

Airⁿëth signaleringsnotitie: 2022/2023 update

Christiaan Behrens
Arnout Jongeling
Sacha Pel

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
Den Haag

November 2023





Inhoud

1.	Inleiding	3
2.	COVID-19	5
3.	Duurzaamheid en leefbaarheid	6
4.	Concurrentie in de luchtvaart	9
5.	Luchthavens, capaciteit en slotallocatie	11
6.	Intermodale concurrentie & netwerken	12
7.	Urban air mobility	13
	Literatuur	15



1. Inleiding

Opzet & aanpak

De Airneth signaleringsnotitie identificeert belangrijke ontwikkelingen in de luchtvaartmarkt die relevant kunnen zijn voor het Nederlandse luchtvaartbeleid. De notitie komt periodiek tot stand via een analyse en selectie van recent verschenen wetenschappelijke studies en input van de Airneth-fellows. Deze signaleringsnotitie biedt input voor de actuele strategische beleidsvraagstukken die in het kader van de Luchtvaartnota en luchtvaart in de toekomst gevoerd worden. De in deze notitie genoemde onderwerpen kunnen via het Airneth-netwerk verder worden uitgediept, bijvoorbeeld via seminars en/of het schrijven van position papers op de beleidsrelevante thema's.

De meest recente Airneth signaleringsnotitie is in november 2021 verschenen. Het doel van de huidige notitie is om deze recente Airneth signaleringsnotitie aan te vullen met in 2022 verschenen wetenschappelijke studies. Voor deze update kijken we in dezelfde volgorde als in 2021 naar de thema's: COVID-19, duurzaamheid & leefbaarheid, concurrentie, (luchthaven)capaciteit en slotallocatie, intermodale concurrentie en netwerken, en urban air mobility.

Voor de update is gekeken naar verschenen wetenschappelijke studies in de algemene economische wetenschappelijke tijdschriften, waaronder top journals zoals *Econometrica*, *Review of Economic Studies*, *American Economic Review*, *European Economic Review* en *The Journal of Finance*. Luchtvaartonderwerpen verschijnen meestal enkel 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*. In 2022 zien we dat vooral in de zeer specifieke tijdschriften, zoals *Journal of Air Transport Management*, de kwaliteit en generieke toepasbaarheid van de inzichten sterk variëren per bijdrage. 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.

Data science in literatuuronderzoek

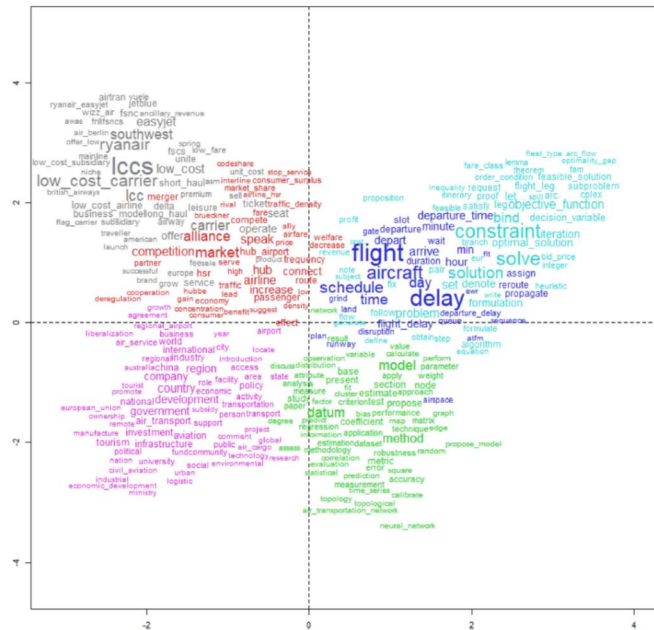
Eerst bespreken we een overzichtspaper opgesteld door Peres de Oliveira et al. (2022). De auteurs maken voor hun analyse van de wetenschappelijke literatuur over luchtvaart in de perioden 1973-1999, 2000-2019 en 2020-2021, in totaal meer dan 1.000 studies, gebruik van data science en computer-aided analysetechnieken. Figuur 1 en Figuur 2 geven visueel inzicht in de bevindingen. De correspondentieanalyse (clusteranalyse) in Figuur 1 maakt gebruik van twee assen om de samenhang tussen methoden en focus van de studies over luchtvaartonderwerpen te visualiseren. De horizontale as loopt van links naar rechts, waarbij links staat voor kwalitatief onderzoek en rechts voor modelmatig/kwantitatief onderzoek. De verticale as loopt van onder naar boven, waarbij onder staat voor algemeen en boven voor specifiek onderzoek. Zo ontstaan er vier kwadranten waaruit de belangrijke items in de wetenschappelijke literatuur over de periode 2000-2019 zijn af te lezen: low-cost carriers (lccs), allianties, vertragingen etc.

Figuur 2 geeft inzicht in de belangrijkste thema's/toepassingen zoals bestudeerd in de wetenschappelijke studies over de periode 2000-2019, uitgesplitst naar specifieke bedrijfsmodellen, concurrentie/samenwerkingen en maatschappelijk perspectief. De thema's/toepassingen zijn gekoppeld aan de drie verschillende geïdentificeerde onderzoekstechnieken, deze zijn ook grofweg in drie categorieën verdeeld:



wiskundige/modelmatige optimalisatie, methoden waarbij de factor tijd centraal staat (zowel modelmatig als empirisch) en het empirisch schatten van parameters. Uit de figuur blijkt duidelijk dat de empirische analyse, en met name regressieanalyse, de dominante onderzoeksmethode is binnen de luchtvaart in de periode 2000-2019. Een uitzondering hierop is de economische analyse van concurrentie/samenwerking tussen luchtvaartmaatschappijen en andere actoren, deze worden ook vaak aan de hand van economische modellen en wiskundige vergelijkingen geanalyseerd.

Figuur 1 De correspondentieanalyse toont de luchtvaartonderwerpen in wetenschappelijke publicaties in de periode 2000-2019 in vier kwadranten



Bron: Peres de Oliveira et al. (2022)

Figuur 2 De relatie tussen methoden en toepassingen is het sterkst voor concurrentieanalyses en economisch modelleren

		Methodologies		Applications																						
		Optimisation	Time-based problems	Parameter estimation																						
		Network flow formulations	Problem formulation	RM/FAM	Mathematical proofs	Economic modelling	Algorithm performance	Solution algorithm	Conflict resolution	Time coordination	Time-space network models	Capacity distribution	Delay propagation	Resource-based recovery	(Network) DEA	Regression analysis	Data description	Data processing	Predictions and statistical descriptions	Complex network analysis	Decision-making	Real-time monitoring/data exchange	Dynamic interactions	Hub location	Contributions	Research structure
B. models	Business and leisure segments																									
	LCC threat to FSNC																									
	LCC expansion																									
Co-opetition	LCC classification / LCCs in Europe																									
	Hub-and-spoke economics																									
	Connectivity and traffic generation in a hub																									
External stakeholder/social view	Indirect service through a hub																									
	Industrial organisation/market power																									
	Effects over prices and services																									
	HSR co-opetition																									
	Alliances																									
	Growth (of emergent countries)																									
	Air cargo																									
	Alternative modes and access																									
	Regional airports																									
	Socioeconomic development																									
Relationships with stakeholders																										
Resource management																										
Deregulation, privatization, subsidies																										
Governance and policy																										
Industry development																										
Liberalization and Open Sides																										

Bron: Peres de Oliveira et al. (2022)



Met deze twee figuren geven Peres de Oliveira et al. (2022) een interessant meta-overzicht over de ontwikkeling van de wetenschappelijke literatuur in de laatste twee decennia met behulp van data science.¹ De auteurs geven zelf ook aan dat de inzichten vooral bruikbaar zijn om onderzoeksthema's te identificeren om met die kennis vervolgens binnen een thema en bijbehorende methode de geclusterde papers inhoudelijk verder te bestuderen.

2. COVID-19

Het wetenschappelijk onderzoek naar de effecten van COVID-19 op de luchtvaartsector heeft in het jaar 2022 net als in de twee jaren daarvoor geresulteerd in tientallen studies. Daar waar de focus in de voorgaande jaren met name lag op de effecten op de totale vraag naar luchtvaart, de herstelpatronen en beleidsimplicaties (staatssteun), zijn er in 2022 enkele studies verschenen die in meer detail ingaan op als gevolg van COVID-19 veranderde reisbeleving, reismotieven en reisintenties.

Het sterke herstel van de luchtvaart in 2022/2023 had zich op het moment van het uitvoeren (en publiceren) van deze onderzoeken nog niet gemanifesteerd. De insteek van deze onderzoeken is dat na COVID-19 de reiziger mogelijk niet of minder terugkeert in het vliegtuig en dat door naar de onderliggende oorzaken, zoals de veranderde houding ten opzichte van vliegen, te kijken er beter ingespeeld kan worden om de vraag weer te herstellen.

Gedrag consumenten

Garaus & Hudakova (2022) onderzoeken daartoe het verband tussen de manier waarop luchtvaartmaatschappijen communiceren (adverteren) over de veiligheidsrisico's van vliegen tijdens COVID-19 en de mate waarin mensen aangeven te willen reizen en de luchtvaartmaatschappij zouden aanraden aan anderen. De luchtvaartmaatschappij kan op twee manieren communiceren, namelijk door in te spelen op de emotionele en nutswaarde van vliegen of door in te spelen op de meer objectieve veiligheidssituatie van vliegen. Normaliter is het communiceren rondom de emotionele en nutswaarde een succesvollere strategie. Garaus & Hudakova (2022) tonen met behulp van een enquête-onderzoek echter aan dat COVID-19 dit voor luchtvaart heeft veranderd, de resultaten van de enquête laten zien dat consumenten nu sterker (positief) reageren op het communiceren van veiligheidsaspecten. Ook Battisti et al. (2022) kijken naar de emotionele houding ten opzichte van vliegen tijdens COVID-19 (verwachte gezondheidsrisico's, tonen meer documenten, meer voorbereiding, meer onzekerheid etc.) en de mate waarin mensen aangeven te willen vliegen. Ze kijken hierbij specifiek naar Italiaanse studenten in de leeftijd tussen 18 en 40 jaar. Battisti et al. (2022) vinden ook een statistisch significant verband tussen de houding en de reisintentie en geven aan dat COVID-19 heeft bijgedragen aan een negatieve impact op deze houding.

De zakelijke markt is minder sterk hersteld. De studie van Chen et al. (2022) analyseert de voorkeuren van zakelijke reizigers via een stated preference enquête uitgezet gedurende COVID-19. In de enquête wordt aan de zakelijke reizigers gevraagd om te kiezen tussen verschillende alternatieven. De alternatieven variëren in de intensiteit van de pandemie (aantal positieve COVID-tests per honderdduizend inwoners), de geldende maatregelen op de luchthavens (mondmasker en gezondheidstest op de luchthavens), de extra kosten bovenop het ticket voor de gezondheidsmaatregelen, de extra reistijd en de af te leggen gezondheidsverklaringen. Er zijn nog twee additionele dimensies in de enquête, namelijk of de beoogde zakenreis ook vervangen kan worden door een online meeting en de variatie in respondenten. De enquête is uitgezet onder respondenten in de VS, Shanghai, Hong Kong en

¹ Data science technieken worden steeds vaker ingezet in luchtvaartonderzoek. Het onderzoek van Li et al. (2022) is daarvan een ander voorbeeld. Met behulp van data science zijn voor de ongeveer honderd grootste luchthavens in de Verenigde Staten de reviews op Google Maps geanalyseerd en gerangschikt naar positieve, neutrale, negatieve houding ten opzichte van de kwaliteitskenmerken van een luchthaven tijdens COVID-19.



het vasteland van China. De resultaten van de discrete keuzeanalysemodellen laten grote verschillen tussen de respondenten in de verschillende locaties zien. Zo heeft de mogelijkheid van een online meeting wel een significant negatief effect op de bereidheid om te vliegen voor zakelijke reizigers in Shanghai en Hong Kong, maar maakt het voor de Amerikaanse zakenreizigers geen verschil. Daarnaast accepteren zakenreizigers uit Shanghai, Hong Kong en het vasteland van China gemakkelijker alle additionele maatregelen, terwijl de Amerikaanse zakenreizigers een sterke aversie tonen tegen het delen van gezondheidsinformatie en de additionele wachttijden op de luchthavens. Deze resultaten roepen de vraag op wat de mogelijke substitutie is tussen zakelijk reizen en online meetings in Europa.

Nieuwe aanbieders

Een originele invalshoek van de effecten van COVID-19 wordt gegeven door Sun et al. (2022). De onderzoekers kijken naar hoe de omstandigheden rondom COVID-19 hebben kunnen leiden tot verschillende nieuwe luchtvaartmaatschappijen. Belangrijk daarbij is dat de bestaande luchtvaartmaatschappijen uiteraard hard zijn geraakt door COVID-19 en bijvoorbeeld afscheid hebben genomen van vliegtuigen en personeel. De onderzoekers zien dat nieuwe bedrijven, die bereid zijn grotere risico's te nemen, tot de markt zijn toegetreden. Figuur 3 laat zien welke start-ups tijdens COVID-19 zijn opgezet. Het gaat bij de startups vooral om luchtvaartmaatschappijen die zich als low cost maatschappij voor langeafstanden presenteren of als ultra low cost. Opvallend is dat de start-ups allemaal vanuit een point-to-point (en dus geen hub) starten. De auteurs waarschuwen dat de mate waarin in 2021 luchtvaart-gerelateerde start-ups de markt betreden mogelijk, achteraf, zal blijken een hype te zijn waarbij geen van de start-ups daadwerkelijk economisch duurzaam kan opereren.

Figuur 3 De luchtvaart start-ups tijdens COVID-19



Bron: Sun et al. (2022)

3. Duurzaamheid en leefbaarheid

Waar de focus in voorgaande twee jaren voor veel wetenschappelijke artikelen lag op COVID-19, zijn er in 2022/2023 opvallend veel studies verschenen die zich richten op de duurzaamheids- en leefbaarheidsvraagstukken welke spelen in de luchtvaartsector. Voor de update van deze signaleringsnotitie zijn ongeveer twintig studies uit 2022 verzameld.² Tabel 1

² In 2023 heeft Transportation Research Part D een special issue uitgebracht over de verduurzaming van de luchtvaart met daarin elf artikelen. Een samenvatting van deze artikelen kan een toevoeging zijn aan de volgende signaleringsnotitie.



geeft een overzicht van deze studies en de bijbehorende keywords. Enkele van de studies lichten we hieronder nader toe.

Tabel 1 Er zijn in 2022 veel studies verschenen rondom duurzaamheids- en leefbaarheidsvraagstukken

Auteurs	Titel	Tijdschrift	Keywords
Baumeister et al.	Does airlines' eco-friendliness matter? Customer satisfaction towards an environmentally responsible airline	Transport policy	Eco-friendly, consumentenloyaliteit, duurzaam (groen) consumentengedrag
Liao et al.	How does COVID-19 affect the implementation of CORSIA	JATM	CORSIA, carbon offsets
Dixit et al.	Effectiveness of carbon tax and congestion cost in improving the airline industry greening level and welfare: A case of two competing airlines	JATM	Concurrentie, milieubelasting, verduurzaming
Klophaus & Lauth	Monetary mapping of the climate footprint of air travel to a single airport	JATM	Luchthavens, uitstoot broeikasgassen, klimaatmitigatie
Chen et al.	Understanding how ESG-focused airlines reduce the impact of the COVID-19 pandemic on stock returns	JATM	ESG-criteria, risicomangement, COVID-19
Kang et al.	Synthetic control methods for policy analysis: Evaluating the effect of the European Emission Trading System on aviation supply	Transportation Research Part A	Milieubelasting, ETS, verduurzaming
Hamdan et al.	Air traffic flow management under emission policies: Analyzing the impact of sustainable aviation fuel and different carbon prices	Transportation Research Part A	Milieubelasting (carbon pricing), SAF, verduurzaming
Aydin & Aydin	Is there any convergence in the CO ₂ emission efficiency of airlines?	Environmental Science and Pollution Research	CO ₂ uitstoot vliegtuigen, efficiëntie
Fabra et al.	The implicit costs of carbon abatement during the COVID-19 pandemic	European Economic Review	COVID-19, uitstoot broeikasgassen, grondtransport, luchtvaart, industrie, wonen
Audrin et al.	Aircraft noise and environmental quality in Montreal: A comparison of noise indicators and an analysis of the impacts of COVID-19	Transportation Research Part D	Vliegtuigeluid, indicatoren geluidsoverlast, milieurechtvaardigheid
Nguyen et al.	Airlines' eco-productivity changes and the European Union Emission Trading System	Transportation Research Part D	Data envelopment analyse, ETS, luchtvaartmaatschappijen
Simons et al.	Comparative assessment of measured and modelled aircraft noise around Amsterdam Airport Schiphol	Transportation Research Part D	Geluidscontouren Schiphol, NOMOS meetsysteem
Klenner et al.	High-resolution modeling of aviation emissions in Norway	Transportation Research Part D	Meten uitstoot, vliegpaden
Nakano et al.	Impacts of decarbonization technologies in air transport on the global energy system	Transportation Research Part D	Uitstoot broeikasgassen, SAF, elektrisch vliegen, waterstof
Tseng et al.	Managing academic air travel emissions: Towards system-wide practice change	Transportation Research Part D	Uitstoot, gedrag, vliegcultuur
Zieba & Johansson	Sustainability reporting in the airline industry: Current literature and future research avenues	Transportation Research Part D	Duurzaamheidsverslaglegging, duurzaam ondernemen
Justin et al.	Integrated fleet assignment and scheduling for environmentally friendly electrified regional air mobility	Transportation Research Part C	Regionale Luchtvaart, elektrisch vliegen, vlootvernieuwing
Gao et al.	Multi-level aircraft feature representation and selection for aviation environmental impact analysis	Transportation Research Part C	Vliegtuigkenmerken, clusteranalyse, milieu-impact



Duurzaamheid

Baumeister et al. (2022) onderzoeken of de mate waarin een luchtvaartmaatschappij erin slaagt om duurzaam (eco-friendly) te zijn of over te komen bijdraagt aan de positieve houding van consumenten ten opzichte van de luchtvaartmaatschappij en uiteindelijk ook tot meer loyalere consumenten. De onderzoekers gebruiken hiervoor een clusteranalyse gebaseerd op een enquête onder bijna 1.200 consumenten van Finnair. De resultaten wijzen erop dat als consumenten een positiever beeld hebben van de duurzaamheidsstrategie van een luchtvaartmaatschappij dat die consumenten ook loyaler zijn aan die maatschappij. Bij consumenten die zichzelf als milieuvriendelijk en duurzaam beschouwen geldt dit echter niet, daar is een positief beeld over de strategie onvoldoende. Deze groep consumenten wordt pas beïnvloed als de luchtvaartmaatschappij ook daadwerkelijk groene/duurzame keuzes voor de reis aanbiedt.

De studie van Baumeister et al. (2022) laat dus zien dat enkel een duurzaamheidsimago al kan leiden tot loyalere consumenten, het systematische literatuuronderzoek van Zieba & Johansson (2022) haakt hier verder op in. Zieba & Johansson (2022) analyseren de wetenschappelijke literatuur over duurzaamheidsrapportages in de luchtvaartsector. Uit hun onderzoek volgt dat er geen consensus is over hoe luchtvaartmaatschappijen duurzaamheid zouden moeten definiëren en meten. Dit leidt volgens de onderzoekers tot de onwenselijke situatie dat daadwerkelijke duurzaamheidsstrategieën vermengen met promotionele activiteiten (greenwashing).

Geluid

Simons et al. (2022) onderzoeken in hoeverre gemeten geluidsbelasting op Schiphol overeenkomt met de gemodelleerde geluidsbelasting. De onderzoekers motiveren hun analyse onder andere door te wijzen op het toenemende wantrouwen rondom de modelmatige benadering van de geluidsbelasting rondom luchthavens. Om precies te zijn, vergelijken de onderzoekers de NOise Monitoring System (NOMOS) data over het aantal dB(A) op specifieke meetpunten rondom Schiphol in 2012 en 2018 met de gemodelleerde geluidsbelasting op dezelfde locaties. Het Nederlands Rekenmodel (NRM) is een best-practice modelmatige benadering om een inschatting te maken van de geluidsbelasting. De onderzoekers concluderen dat in 2012 de gemodelleerde geluidsbelasting gemiddeld genomen en per meetstation ruim onder de gemiddelde gemeten geluidsbelasting ligt. Dit suggereert dat in 2012 de modelmatige benadering de geluidsbelasting onderschat.

Figuur 4 laat deze belangrijkste conclusies zien, met in het linkerpaneel 2012 en in het rechter paneel 2018. In 2018 is het verschil tussen de gemeten en gemodelleerde geluidsbelasting in absolute zin gedaald en ligt de modelmatige geluidsbelasting hoger dan de gemeten geluidsbelasting. De auteurs geven geen duidelijke verklaring voor het meer naar elkaar toegroeien van de gemeten en gemodelleerde geluidsbelasting, wel wijzen de onderzoekers erop dat het naar elkaar toegroeien samenvalt met het wijzigen van de startprocedures (NADP-2) en het stiller worden van de vloot.



Figuur 4 De gemodelleerde geluidsbelasting (in dB(A)) op Schiphol verbetert in de periode 2012-2018

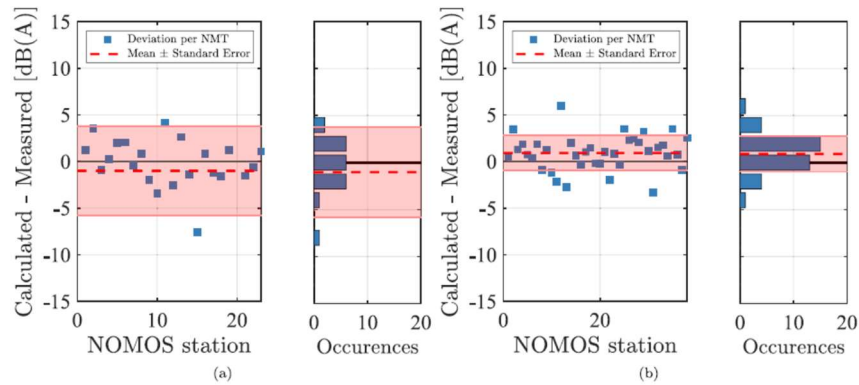


Fig. 6. Distribution of deviation between modelled and measured L_{den} data per NOMOS station for the years 2012 (a) and 2018 (b). The plots contain a scatter plot of all NOMOS stations (blue squares), and a distribution of this deviation with the mean as a dashed red line, zero deviation as a solid black line, and the spread as red background.

Bron: Simons et al. (2022)

Openbaredienstverplichtingen en leefbaarheid

Tot slot zijn er in 2022 verschillende studies verschenen over de inrichting en impact van de inzet van openbaredienstverplichtingen om luchtvaartverbindingen en zo de leefbaarheid voor de plaatselijke bevolking te borgen. De rijksoverheid verkent momenteel de mogelijkheid van een openbaredienstverplichting voor vluchten tussen Saba en Sint Maarten en Sint Eustatius en Sint Maarten.³ In een beschrijvend onderzoek kijken Leao e Silva et al. (2022) naar de kenmerken van gebieden waarin openbaredienstverplichtingen worden ingezet. De auteurs concluderen door te kijken naar 1.365 gesubsidieerde routes in 28 landen dat voor meer dan de helft van deze gebieden geldt dat de luchtvaartverbinding noodzakelijk is om minimale levensstandaarden voor de bevolking te borgen. Het gaat dan bijvoorbeeld om toegang tot medische zorg, scholing en andere humanitaire diensten. Kinene et al. (2022) ontwikkelen een integraal voorspel- en analysemodel voor de gunning van openbaredienstverplichtingen waarbij de overheid een private aanbieder selecteert die tegen de laagste kosten (subsidie) de verbinding tegen de gestelde kwaliteit en kwantiteit kan aanbieden. Nieuw aan dit model is dat zowel het strategische gedrag van het bieden door luchtvaartmaatschappijen, de keuze (en eventuele criteria) van de overheid voor het winnende bod en de wisselwerking met de vraag (via de nutsfunctie van reizigers) met elkaar samenhangen en de uiteindelijke uitkomsten van het model bepalen. De onderzoekers passen het model toe op de routes met een openbaredienstverplichting in Zweden. De numerieke resultaten leiden tot enkele algemene kwalitatieve inzichten over de inrichting van de selectie van aanbieders. Zo stellen de onderzoekers dat een minimum frequentie en maximale ticketprijs leiden tot een hoog consumentensurplus, maar dit is ten koste van hoge overheidsuitgaven. Uit de simulaties blijkt dat enkel het vastleggen van een maximale ticketprijs en het loslaten van de minimale frequentie de beste balans tussen de verschillende doelstellingen oplevert. Om een eventueel te lage frequentie te voorkomen kan de frequentie (of het totaal aantal te verkopen tickets) als gunningscriterium worden opgenomen.

4. Concurrentie in de luchtvaart

In 2022 is het opvallend dat er drie artikelen zijn verschenen over luchtvaarteconomie in drie verschillende top 10 economisch wetenschappelijke tijdschriften, namelijk Williams (2022) in *Econometrica*, Aryal et al. (2022) in *Review of Economic Studies* en Dennis et al. (2022) in *The Journal of Finance*. De drie artikelen hebben met elkaar gemeen dat de analyse van de luchtvaartmarkt instrumenteel is aan de analyse van het bredere economische fenomeen, zoals

³ Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2023/06/13/voortgang-verkenning-openbare-dienstverplichting-vluchten-saba-en-sint-eustatius>.



de welvaartseffecten van prijsvariatie over de tijd (dynamische prijzen), de concurrentie-effecten van mogelijk verboden communicatie tussen concurrenten en de impact van institutioneel aandeelhouderschap op de concurrentieverhoudingen van onderliggende markten. Het fenomeen draait vaak om de analyse van marktwerking (concurrentie) en de luchtvaartindustrie is, mede vanwege de beschikbare data in de Verenigde Staten, een dankbare toepassing. Hieronder bespreken we kort deze drie artikelen.

Williams (2022) kijkt naar de impact van dynamische prijzen op consumentenwelvaart in luchtvaartmarkten met één aanbieder. Vanuit economische theorie is het niet met zekerheid te zeggen of dynamische prijzen een positief of negatief effect hebben op de totale welvaart. Enerzijds resulteren dynamische prijzen in het beter afkomen van de betalingsbereidheid van consumenten – en zorgen daarmee voor een positief effect op welvaart –, maar anderzijds kunnen dynamische prijzen met een onzekere vraag ook resulteren in vaker leger stoelen in een vliegtuig. Williams (2022) maakt gebruik van een dataset met meer dan 12.000 vluchten in de Verenigde Staten en combineert regressieanalyse met revenu-managementmodellen om aan te tonen dat dynamische prijzen een netto positief effect hebben op de welvaart. Dynamische prijzen resulteren in een sterke herverdeling van de stoelcapaciteit over de tijd, afhankelijk van de temporele vraagschokken, waarbij niet-zakelijke reizigers beter af zijn door de grotere (en goedkopere) beschikbaarheid van stoelen. Zakelijke reizigers daarentegen zijn de verliezers bij dynamische prijzen en betalen hogere prijzen.

De studie van Aryal et al. (2022) kijkt naar het mechanisme van winstoproepen (earnings calls) voor kartelafspraken (collusie) tussen luchtvaartmaatschappijen in de Verenigde Staten. Tijdens een earnings call – een conferentiegesprek dat een beursgenoteerd bedrijf organiseert nadat het zijn financiële resultaten voor een bepaalde periode heeft vrijgegeven – communiceert de luchtvaartmaatschappij over de toekomstverwachtingen en eventuele marktaanpassingen. Aryal et al. (2022) toetsen de hypothese dat luchtvaartmaatschappijen deze calls gebruiken om elkaar als concurrenten te informeren over voorziene capaciteitsdalingen op routeniveau. De onderzoekers hebben de transcripten van alle vierjaarlijkse calls van elf luchtvaartmaatschappijen over de periode 2002 tot 2016 geanalyseerd op het includeren van capaciteitswaarschuwingen. Vervolgens vergelijken de onderzoekers de daadwerkelijke capaciteitsontwikkeling op markten waarover door alle aanbieders capaciteitswaarschuwingen zijn gegeven met markten waarvoor dat niet geldt. De resultaten van deze vergelijking laten zien dat de aangeboden capaciteiten op die markten economisch en statistisch significant lager liggen. Dit verschil is niet te zien voor markten waar een luchtvaartmaatschappij de enige aanbieder is, of waar één luchtvaartmaatschappij geen waarschuwing heeft gegeven tijdens de calls. Hiermee tonen de onderzoekers aan dat de luchtvaartmaatschappijen misbruik maakten van de calls om tot (verboden) capaciteitsafspraken te komen en daarmee de consumenten hebben benadeeld.

Tot slot kijken we naar Dennis et al. (2022). Er is een wetenschappelijke discussie in hoeverre institutionele beleggers invloed hebben op de concurrentie in de markten waar de bedrijven waar de beleggers aandeelhouder van zijn actief in zijn. De eerder getoetste en geverifieerde hypothese is dat als institutionele beleggers aandeelhouder zijn van twee concurrerende bedrijven – specifiek luchtvaartmaatschappijen – dit een negatieve impact heeft op de concurrentie en daarmee resulteert in hogere ticketprijzen. Sinds het midden van de jaren '10 is er sprake van een oproep, met name in de Verenigde Staten, aan consumentenautoriteiten om dit negatieve effect op concurrentie te onderzoeken en te mitigeren. In de in 2022 verschenen en direct veelgeciteerde studie van Dennis et al. (2022) laten de onderzoekers zien dat de hypothese rondom institutionele beleggers en concurrentie op de onderliggende markten – specifiek weer voor luchtvaartmaatschappijen – geen stand houdt. Zij tonen aan dat de maatstaf (verklarende variabele) die in eerdere studies is gebruikt een niet-lineaire functie is van enerzijds het gecombineerde aandeelhouderschap en anderzijds de marktaandelen van de onderliggende luchtvaartmaatschappijen. Via placebotesten laten ze vervolgens zien dat de positieve correlatie tussen het gecombineerde aandeelhouderschap van institutionele beleggers en hogere ticketprijzen niet is terug te leiden naar het aandeelhouderschap op zich,



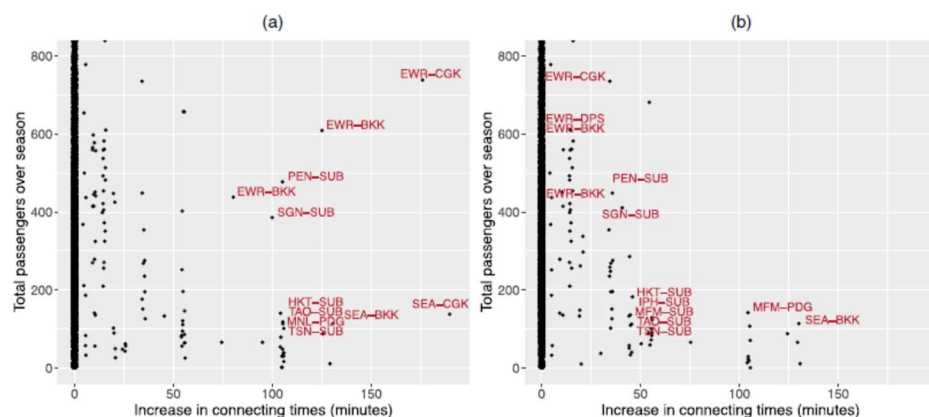
maar naar de variatie in marktaandelen van de onderliggende luchtvaartmaatschappijen.

5. Luchthavens, capaciteit en slotallocatie

Net als voorgaande jaren is er relatief veel onderzoek verschenen naar de wijze waarop (beleids)maatregelen kunnen bijdragen aan de efficiënte verdeling van schaarse luchthavencapaciteit. De aanleiding hiervoor is dat de netwerken in de luchtvaartindustrie ook na COVID-19 te kampen zullen hebben met congestie. Congestie is hierbij een extern effect en heeft daarmee een negatieve impact op de efficiënte verdeling van de schaarse middelen. Maatregelen kunnen gaan over het beprijsen of direct beïnvloeden van de aangeboden frequenties, al dan niet via het vaststellen van een maximumaantal slots. Presto et al. (2022) kijken naar vier verschillende methoden om via het tijdelijk reduceren van het aantal vluchten de congestie te verminderen. Het gaat om het 1) direct reguleren van het aantal vluchten, 2) het werken met een maximale threshold voor vertragingen, 3) het sturen op een minimale vertraging in de vertrek- en aankomsttijden en 4) het werken met de marginale tijds waarde van een frequentie voor de passagiers. Via door de auteurs ontwikkelde algoritmes wordt een netwerk van ongeveer 800 routes in de Eurocontrolzone gesimuleerd. Uit de simulatie blijkt dat bij het reguleren via de marginale tijds waarde ongeveer 3,7 miljard euro in 2040 aan aan vertraging gerelateerde kosten voor luchtvaartmaatschappijen jaarlijks kunnen worden voorkomen.

Birolini et al. (2023) ontwerpen een nieuw slotallocatie algoritme waarin de mate waarin de passagier aansluitende connecties heeft centraal staat. Bestaande slotallocatiemechanismen gaan uit van administratieve regels en hebben tot doel om zo goed mogelijk aan te sluiten bij de aanvragen van de luchtvaartmaatschappijen. De onderzoekers passen de nieuwe methode toe voor de luchthavens van Singapore en Lissabon en concluderen dat – rekening houdend met onzekerheid in de vraag naar luchtvaart – het algoritme leidt tot sterke verbeteringen in het aantal en de kwaliteit van de connecties, zonder een grote afwijking te creëren op de door de luchtvaartmaatschappijen aangevraagde vliegschema's. Figuur 5 toont voor Singapore deze verbeteringen. De resultaten van de traditionele vorm van allocatie zijn weergegeven in het linkerdiagram. Ten opzichte van het rechter diagram – met het door Birolini et al. (2023) ontworpen algoritme – is er sprake van veel meer aansluitingen met een langere overstaptijd.

Figuur 5 Het aantal verbindingen via Singapore Changi met een lange overstaptijd daalt bij het toepassen van het door Birolini et al. (2023) voorgestelde slotallocatiealgoritme



Bron: Birolini et al. (2023)

Adler et al. (2022) analyseren een aan luchthavencongestie gerelateerd onderwerp: de mate waarin luchtverkeersleiding diensten levert in een door congestie gekenmerkt netwerk, zoals het Europese luchtruim. Dit onderzoek past in een serie van artikelen van dezelfde auteurs om de efficiëntie, of het gebrek daaraan, van Europese luchtverkeersleiding te analyseren. Via een speltheoretisch model beargumenteren de auteurs dat de huidige situatie van seriële



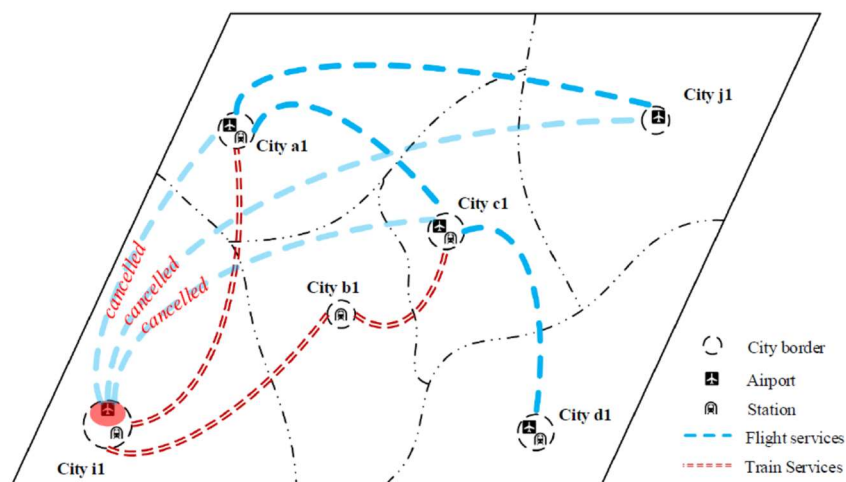
samenwerking van geografisch opeenvolgende aanbieders van air traffic control en parallelle concurrentie tussen deze aanbieders resulteert in te hoge kosten (prijzen) voor deze dienstverlening en capaciteitsuitbreidingen in de weg zit. Een (horizontale) integratie van luchtverkeersleiding kan in Europa tot een efficiënter aanbod leiden en daarmee de netwerkcongestie optimaliseren.

6. Intermodale concurrentie & netwerken

De vraag of hogesnelheidstreinen resulteren in minder of meer vraag naar luchtvaart blijft een onderwerp van discussie in de literatuur. Gu & Wan (2022) presenteren een studie waarin een verklaring wordt gezocht naar de toename van de vraag naar luchtvaart na de route-specifieke opening van hogesnelheidslijnen in China. Aan de hand van paneldata-regressies over de periode 2012-2015 kijken ze naar de prijseffecten op routeniveau welke optreden als gevolg van concurrentie met hogesnelheidstreinen. De hypothese is dat het concurrentieeffect zorgt voor een strategische reactie van luchtvaartmaatschappijen waarbij ze de prijs van tickets verlagen. Deze prijsverlaging zorgt voor het paradoxale resultaat dat concurrentie van hogesnelheidstreinen resulteert in meer vliegen. De empirische resultaten van Gu & Wan (2022) bevestigen de hypothese: er is sprake van een toename van zo'n zes procent van het aantal verkochte vliegtickets, wat resulteert in 2,2 miljoen ton extra CO₂-uitstoot, welke te relateren is aan de concurrentie met hogesnelheidstreinen.

De studie van Li & Rong (2022) kijkt naar de mate waarin luchtvaartnetwerken en hogesnelheidstreinen complementair aan elkaar zijn in China. De onderzoekers ontwikkelen een nieuwe maatstaf voor complementariteit welke volgt uit de mate waarin de hogesnelheidstreinen de verbindingen in het luchtvaartnetwerk kunnen overnemen in het geval vluchten niet kunnen plaatsvinden. Figuur 6 geeft de visuele weergave van deze vorm van complementariteit. Volgens de onderzoekers helpt deze integrale benadering van netwerkqualiteit en -robustheid bij het vaststellen van de cruciale verbindingen in het netwerk. Het onderzoek zelf kijkt enkel naar aanbodata (reistijden en frequenties), waarbij er dus niet gekeken wordt of in het geval van het uitvallen van vluchten de daadwerkelijke vraag ook geacommodeerd kan worden via het complementaire hoge-snelheidsnetwerk van treinverbindingen. Daarnaast is de vraag of het aanbod van hoge-snelheidstreinen in Europa zodanig is dat complementariteit via de robuustheid van het luchtvaartnetwerk in Europa een relevante dimensie is.

Figuur 6 Schematisch overzicht van complementariteit tussen trein- en luchtvaartnetwerken



Bron: Li & Rong (2022)

Het onderzoek van Fernandez et al. (2022) heeft een andere insteek en beantwoordt de vraag in hoeverre een aansluiting op het hogesnelheidsnetwerk de efficiëntie van een luchthaven



beïnvloedt. Hiervoor voeren de onderzoekers eerst een data-envelopment-analyse uit op een set van de 21 grootste Europese luchthavens om vervolgens de schaal-efficiëntieparameter te verklaren aan de hand van onder andere de aansluiting op het hogesnelheidsnetwerk en de kwaliteit van de logistieke sector in het land. De empirische resultaten laten zien dat luchthavens met een aansluiting op het hogesnelheidsnetwerk gemiddeld genomen zo'n 23 procent efficiënter opereren ten opzichte van gelijksoortige luchthavens zonder zo'n aansluiting.

7. Urban air mobility

Over het onderwerp urban air mobility wordt ook in 2022/2023 nog veelvuldig gepubliceerd. De belangrijkste focusgebieden van de verschenen wetenschappelijke studies betreffen de analyse van mogelijke succesvolle businessmodellen voor urban air mobility personenvervoer, de beleidsafwegingen die daar bij een rol spelen – zoals duurzaamheid, veiligheid en verdelingsvraagstukken – en de vraagstukken rondom het inrichten van het luchtruim. We lichten hier vier van deze recente studies verder toe.

Bennaceur et al. (2022) en Choi & Park (2022) kijken naar verschillende businessmodellen en de kritische succesfactoren. Bennaceur et al. (2022) analyseren de schaalbaarheid van airtaxi's en houden daarbij rekening met het multimodale karakter vanuit het perspectief van de reizigers. Via state-of-the-art algoritmes worden de gecombineerde optimalisatieproblemen van reizigers, verkopende partijen en uitvoerende partijen via numerieke experimenten doorgerekend. Vernieuwend hierbij is dat er sprake is van kwaliteitsdifferentiatie door te variëren in de wachttijd voor reizigers. De studie van Choi & Park (2022) kijkt op basis van een empirisch gedragskeuzemodel naar de economische haalbaarheid van een urban air mobility dienstverlening tussen Incheon Airport en het centrum van Seoul in Zuid-Korea. Op basis van dit keuze-experiment concluderen de onderzoekers dat het verkorten van de reistijd via urban air mobility naar het centrum van één uur naar een half uur leidt tot een mogelijke prijs van rond de 100 dollar voor zo'n trip. Dit is ongeveer anderhalf keer zo duur als een taxi van de luchthaven naar het centrum. De auteurs concluderen via een bedrijfseconomische analyse dat met deze prijzen deze vorm van urban air mobility niet economisch haalbaar is. Deze studie koppelt voor een specifieke markt de betalingsbereidheid aan de kosten van het alternatief en geeft daarmee waardevolle inzichten over het wel of niet economisch haalbaar zijn van de urban air mobility bedrijfsmodellen. Gelijksortige studies zouden ook in de Nederlandse context kunnen worden uitgevoerd.

Zhao et al. (2022) analyseren de milieueffecten van multimodaal urban air mobility in stedelijke gebieden, met Tampa Bay Area (Florida) als voorbeeld. De studie laat zien dat on-demand urban air mobility ten opzichte van conventioneel vervoer over land leidt tot meer uitstoot van broeikasgassen, maar tot een lagere stikstofuitstoot. Hierbij is rekening gehouden met de additionele uitstoot als gevolg van de verplaatsing van en naar de vertiports.

De studie van Decker & Chiambaretto (2022) geeft een uitgebreid beschrijvend overzicht van het maatschappelijk-economisch speelveld waar urban air mobility, of onbemande luchtvaart, zich op dit moment in bevindt. Figuur 7 geeft de complexiteit van het speelveld weer, waarbij operators, providers en autoriteiten gezamenlijk onbemande luchtvaart mogelijk maken. Op basis van hun studie identificeren de onderzoekers zes fundamentele economische beleidsvraagstukken rondom onbemande luchtvaart:

1. In hoeverre dient regulering en ontwerp onbemande luchtvaart gecentraliseerd te worden?
2. Is het voorzien in vluchtinformatie voor onbemande luchtvaart een private of publieke taak?
3. Op welke manier wordt de datadeling tussen (lokale) onbemande luchtvaartnetwerken geborgd?
4. Op welke manier dient onbemande luchtvaart toegang te krijgen tot het luchtruim (veilig, efficiënt en eerlijk)?



5. Welke (data-)infrastructuur is er nodig voor onbemande luchtvaart?
6. Hoe verhouden luchtverkeersleiding (ATM) en onbemande luchtverkeersleiding (UTM) zich in de toekomst tot elkaar en kunnen operators switchen?

Figuur 7 Het speelveld van onbemande luchtvaart is complex

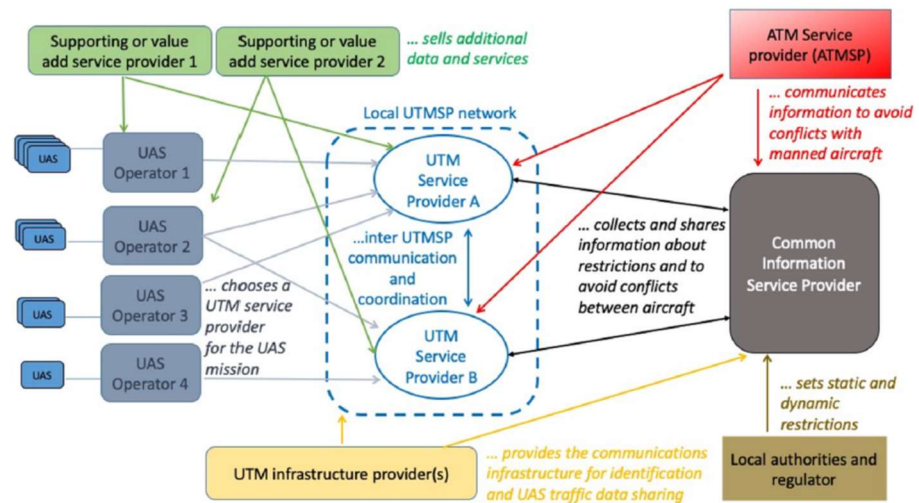


Fig. 1. Main participants and their (simplified) interactions within a UTM Concept.

Bron: Decker & Chiambaretto (2022)



Literatuur

- Adler, N., Hanay, E. & Proost, S. (2022). Competition in congested service networks with application to air traffic control provision in Europe. *Management Science* 68(4): 2751-2784.
- Aryal, G., Ciliberto, F. & Leyden, B.T. (2022). Coordinated capacity reductions and public communication in the airline industry. *Review of Economic Studies*, 89, 3055-3084.
- Battisti, E., Giachino, C., Iaia, L., Stylianou, I., Papatheodorou, A. (2022). Air transport and mood in younger generations: The role of travel significance and COVID-19. *Journal of Air Transport Management*, 103.
- Baumeister, S., Nyrhinen, J., Kemppainen, T. & Wilska, T-A. (2022). Does airlines' eco-friendliness matter? Customer satisfaction towards an environmentally responsible airline. *Transport Policy*, 128: 89-97.
- Bennaceur, M., Delmas, R. & Hamadi, Y. (2022). Passenger-centric urban air mobility: Fairness trade-offs and operational efficiency. *Transportation Research Part C* 136.
- Birolini, S., Jacquillat, A., Schmedeman, P. & Ribeiro, N. (2023). Passenger-centric slot allocation at schedule-coordinated airport. *Transportation Science*, 57(1) 4-26.
- Chen, T., Fu, X., Hensher, D., Li, Z-C. & Sze, N.N. (2022). Air travel choice, online meeting and passenger heterogeneity: An international study on travellers' preference during a pandemic. *Transportation Research Part A*, 165: 439-453.
- Choi, J.H. & Park, Y. (2022). Exploring economic feasibility for airport shuttle service of urban air mobility (UAM). *Transportation Research Part A* 162, 267-281.
- Decker, C. & Chiambaretto, P. (2022). Economic policy choices and trade-offs for Unmanned aircraft systems Traffic Management (UTM): Insights from Europe and the United States. *Transportation Research Part A*, 157, 40-58.
- Dennis, P., Gerardi, K. & Schenone, C. (2022). Common ownership does not have anticompetitive effects in the airline industry. *The Journal of Finance*, LXXVII, 5.
- Fernandez, X. L., Gundelfinger, J. & Coto-Millan, P. (2022). The impact of logistics and intermodality on airport efficiency. *Transport Policy* 124: 233-239.
- Garaus, M. & Hudakova, M. (2022). The impact of the COVID-19 pandemic on tourists' air travel intentions: The role of perceived health risk and trust in the airline. *Journal of Air Transport Management*, 103.
- Gu, H. & Wan, Y. (2022). Airline reactions to high-speed rail entry: Rail quality and market structure. *Transportation Research Part A*, 165: 511-532.
- Kinene, A., Andersson Granberg, T., Birolini, S., Adler, N., Polishchuk, V. & Skoglund, J-M. (2022). An auction framework for assessing the tendering of subsidized routes in air transportation. *Transportation Research Part A* 159, 320-337.
- Leao e Silva, C., Oliveria de Andrade, M., Falcao, V.A. & Assuncao da Silva, C.F. (2022). The geographical characteristics of subsidized air routes serving as lifelines. *Journal of Air Transport Management*, 104.
- Li, T. & Rong, L. (2022). Spatiotemporally complementary effect of high-speed rail network on robustness of aviation network. *Transportation Research Part A*, 155, 95-114.



Li, L., Mao, Y., Wang, Y. & Ma, Z. (2022). How has airport service quality changed in the context of COVID-19: A data-driven crowdsourcing approach based on sentiment analysis. *Journal of Air Transport Management*, 105.

Peres de Oliveira, R., Lohmann, G. & Loiveira, A.V.M. (2022). A systematic review of the literature on air transport networks (1973-2021). *Journal of Air Transport Management* 103.

Presto, F., Gollnick, V., Lau, A. & Lutjens, K. (2022). Flight frequency regulation and its temporal implications. *Transport Policy* 116: 106-118.

Simons, D. G., Besnea, I. Mohammadloo, T. H., Melkert, J. A. & Snellen, M. (2022). Comparative assessment of measured and modelled aircraft noise around Amsterdam Airport Schiphol. *Transportation Research Part D*, 105.

Sun, X., Wandelt, S. & Zhang, A. (2022). STARTUPS: Founding airlines during COVID-19 – A hopeless endeavor or an ample opportunity for a better aviation system? *Transport Policy*, 118: 10-19.

Williams, K.R. (2022). The welfare effects of dynamic pricing: Evidence from airline markets. *Econometrica*, 90(2), 831-858.

Zhao, P., Post, J., Wu, Z., Du, W. & Zhang, Y. (2022). Environmental impact analysis of on-demand urban air mobility: A case study of the Tampa Bay Area. *Transportation Research Part D*, 110.

Zieba, M. & Johansson, E. (2022). Sustainability reporting in the airline industry: Current literature and future research avenues. *Transportation Research Part D*, 102.