

De luchtvrachtoperaties van integrators: kostenanalyse binnen een specifieke marktniche

Evy Onghena

Universiteit Antwerpen ¹

In deze bijdrage wordt de kostenstructuur van de luchtvrachtoperaties van integrators onderzocht met behulp van een translog kostenfunctie. De schatting van de kostenfunctie is gebaseerd op tijdreeksgegevens per kwartaal vanaf 1990 tot en met 2010 van de luchtvrachtoperaties van FedEx en UPS. Zowel een totale als een variabele kostenfunctie worden geschat. In het geval van de totale kostenfunctie wordt, naast het statische model, ook een dynamisch model geschat.

De schattingsresultaten tonen aan dat de luchtvrachtoperaties van beide integrators sterke schaal- en densiteitsvoordelen vertonen. Dit belangrijk resultaat stemt overeen met de agressieve uitbreidings- en samenwerkingsstrategieën die integrators in het verleden gevolgd hebben. Daarnaast toont het onderzoek aan dat de totale en variabele kosten van FedEx en UPS in de eerste plaats afhankelijk zijn van de factorprijs voor arbeid. In het geval van UPS heeft de brandstofkost de tweede grootste impact op de kostenstructuur, terwijl dit voor FedEx de factorprijs voor kapitaal is. Het gebruik van een translog model maakt het ook mogelijk om substitutie- en prijselasticiteiten voor de verschillende inputs te berekenen.

Integrators spelen een belangrijke rol in de luchtvrachtmarkt, zowel wat tonnages betreft als wat hun relaties met andere spelers betreft. Bovendien is hun dienstverlening van strategisch belang voor vele andere sectoren. Het analyseren van de kostenstructuur van integrators, en meer bepaald van hun luchtvrachtoperaties, leidt tot een beter begrip van de aanbodzijde van de integratormarkt en de industrieel-economische relaties binnen deze markt. De resultaten van dit onderzoek zijn daarom enerzijds van belang voor wetenschappers, maar anderzijds ook voor de verschillende actoren binnen de luchtvrachtmarkt en tot slot ook voor beleidsmakers.

1. Inleiding

In onze globale economie waarin het tijdsaspect steeds belangrijker wordt en het aandeel hoogwaardige goederen steeds groter, is luchtvracht van cruciaal belang voor verladers, luchtvaartmaatschappijen, luchthavens, expediteurs, regio's en overheden. De luchtvrachtmarkt is een heterogene markt waarin de volgende drie deelmarkten onderscheiden kunnen worden: algemene vrachtmarkt, expresvrachtmarkt en markt voor postdiensten. Zoals aangetoond door Onghena (2011), zijn integrators gepositioneerd op het kruispunt van deze drie deelmarkten

¹ Departement Transport en Ruimtelijke Economie, Universiteit Antwerpen E:evy.onghena@ua.ac.be

omdat ze zowel algemene vrachtdiensten, expresdiensten als postdiensten aanbieden. In dit artikel wordt een integrator als volgt gedefinieerd: 'een verticaal geïntegreerd expresbedrijf dat tijdskritische, deur-tot-deur diensten aanbiedt en hiervoor gebruik maakt van zijn eigen² vloot van vliegtuigen en trucks en zijn eigen voor- en natransportdiensten'. Deze diensten worden ondersteund met uitgebreide ICT-diensten zoals 'tracking and tracing'. (Zondag 2006)

De integratormarkt bestaat momenteel uit slechts vier spelers, met name FedEx, UPS, DHL en TNT Express. Er is dus sprake van een oligopolie. FedEx en UPS zijn respectievelijk de nummers 1 en 2 in de IATA top 50 van 2012, zowel in termen van totale (i.e. internationaal en binnenlands) geregelde vracht tonnage als vracht tonkilometer (IATA 2013). Deze cijfers tonen aan dat beide Amerikaanse integrators een dominante positie hebben in de luchtvrachtmarkt. Bovendien zijn de integrators verbonden met een groot aantal andere spelers in de luchtvaart onder de vorm van verschillende types van samenwerkingsverbanden.

Ondanks de grote rol van integrators in de luchtvrachtsector, is de kennis over hun kostenstructuur nagenoeg nihil. Dit staat in scherp contrast met de passagiersmarkt. De kosteneigenschappen van passagiersmaatschappijen werden reeds veel frequenter geanalyseerd met behulp van geschatte kostenfuncties.

Dit artikel concentreert zich op een analyse van de kostenstructuur van de luchtvrachtoperaties van integrators. Dit houdt onder meer het onderzoek in naar schaal- en densiteitsvoordelen en het bepalen van de substitutie- en prijselasticiteiten tussen verschillende inputs. Deze informatie maakt het mogelijk om de strategieën van integrators beter te begrijpen, alsook om na te gaan of hun strategieën consistent zijn met hun kostenstructuur. De resultaten van dit onderzoek zijn dan ook niet alleen waardevol voor wetenschappers maar in grote mate ook voor marktspelers en regulerende instellingen.

Dit artikel houdt een aantal beperkingen in. De belangrijkste is dat de geschatte kostenfuncties slechts één output bevatten, namelijk Revenue Tonne Kilometres (RTKs). Dit zijn de gevlogen tonkilometers van FedEx en UPS, die in hun vliegtuigen zowel algemene vracht als exprespakketten vervoeren. De oorzaak voor het gebruik van slechts één output is dubbel. Enerzijds focust dit artikel op de kostenstructuur van de luchtvrachtoperaties van integrators en worden de integrators beschouwd als spelers binnen de luchtvrachtmarkt. Dit maakt het mogelijk om hen te vergelijken met andere, niet-geïntegreerde spelers binnen de luchtvrachtmarkt. Anderzijds zijn gedetailleerde output- en kostengegevens op kwartaalniveau voor de andere producten van integrators (e.g. road express, warehousing, forwarding) niet publiek beschikbaar. Hierdoor is het onmogelijk om een kostenfunctie met meerdere outputs voor deze bedrijven te schatten op basis van de beschikbare gegevens. Het werken met slechts één output betekent dat kosteninteracties tussen de luchtvracht- en grondoperaties van integrators, niet worden opgenomen in het model.

Dit artikel wordt opgebouwd als volgt. Deel 2 geeft een kort overzicht van het bestaand onderzoek over de kostenstructuur van luchtvaartmaatschappijen en luchthavens. Deel 3 bevat de modelspecificatie. De gegevens die gebruikt werden om de kostenfuncties te schatten, worden beschreven in deel 4. In deel 5 worden de schattingsresultaten voorgesteld. Deel 6 focust op de kosteneigenschappen van de geschatte functies, zoals de schaal- en densiteitsvoordelen en de substitutie- en prijselasticiteiten. Tot slot worden in deel 7 de conclusies en suggesties voor verder onderzoek beschreven.

² Naast het gebruik van de eigen vloot wordt een deel van het transport uitbesteed aan onderaannemers. Dit geldt ook voor het voor- en natransport.

2. Kostenstructuur in de luchtvaart: een literatuuroverzicht

De kostenstructuur van het passagiersvervoer via de lucht werd reeds meermaals bestudeerd. In deze studies is men het eens over twee belangrijke besluiten. In de eerste plaats het bestaan van afnemende eenheidskosten bij dienstverlening op een segment tussen 2 willekeurige steden. (Keeler 1978; White 1979; Bailey en Panzar 1981; Caves, Christensen en Tretheway 1984) Ten tweede besluit men dat er, bij benadering, constante schaalvoordelen bestaan voor maatschappijen die even groot zijn als de belangrijkste Amerikaanse maatschappijen. (Caves 1962; Douglas en Miller 1974; Keeler 1978; White 1979; Caves, Christensen en Tretheway 1984)

De know-how over de kostenstructuur van luchtvaartmaatschappijen werd uitgebreid met kleine maatschappijen en meerdere outputs door, onder andere, Gillen, Oum en Tretheway (1990). In de meeste van deze studies wordt een totale en/of variabele translog kostenfunctie geschat op basis van paneldata.

Een toenemend aantal economen opteert voor een variabele kostenfunctie om, op die manier, het probleem van een correcte benadering van de factorprijs voor de kapitaalinput te omzeilen. In een variabele kostenfunctie wordt de kapitaalvoorraad als vast beschouwd. Eén van de belangrijkste studies over variabele translog kostenfuncties is die van Caves, Christensen and Swanson (1981) die focust op de Amerikaanse spoorvervoersector. De auteurs leiden hierin de formules af om schaalvoordelen te bepalen op basis van een variabele kostenfunctie. Oum, Tretheway en Zhang (1990) introduceren een alternatieve specificatie voor de berekening van schaalvoordelen. Oum en Zhang (1991) bestuderen de impact van de gebruiksgraad van het kapitaal op de vorm van de kostenfunctie en de afgeleide waarden van schaal- en densiteitseffecten. Een paper van Oum en Yu (1998) analyseert de kostencompetitiviteit van luchtvaartmaatschappijen met behulp van een variabele translog functie. In Martín, Nombela en Romero (1999) wordt gefocust op de impact van de Europese liberalisering op de kostenstructuur van luchtvaartmaatschappijen en hun productie-efficiëntie. Een recente studie waarin een variabele translog kostenfunctie wordt geschat en de impact van onder meer vertragingen op de kostenstructuur wordt nagegaan is van Zou en Hansen (2010).

Oum en Waters (1996) geven een goed overzicht van ontwikkelingen in het onderzoek naar kostenfuncties. Ze tonen aan hoe kostenfuncties meestal gebruikt worden om kosteneigenschappen van de industrie af te leiden en om de productie-efficiëntie tussen bedrijven en/of over de tijd te meten.

Naast het passagiersvervoer is de translog kostenfunctie ook al toegepast op de luchthavensector. Dit gebeurt o.a. in Jeong (2005) waarin schaal-effecten onderzocht worden voor luchthavens. In Martín en Voltes-Dorta (2008) worden de schaal-effecten en marginale kosten van 41 luchthavens geschat met behulp van een translog kostenfunctie met één en meerdere outputs.

Zoals vermeld in de inleiding, is nog maar heel weinig onderzoek gedaan naar de kostenstructuur van de luchtvrachtindustrie. Dit is vooral te wijten aan het ontbreken van gestructureerde data over luchtvrachtmaatschappijen en, in het bijzonder, integrators. Volgens de verrichte literatuurstudie zijn Kiesling en Hansen (1993) de enige auteurs die onderzoek gedaan hebben over de kostenstructuur van de integratormarkt. Deze auteurs hebben een Cobb-Douglas kostenfunctie geschat voor FedEx op basis van kwartaalgegevens van 1986 tot 1992. Zij concluderen dat deze integrator enerzijds schaalnadelen en anderzijds significante densiteitsvoordelen vertoont over de beschouwde periode. Een meer recente paper waarin een translog model wordt geschat voor Amerikaanse vrachtmaatschappijen is van Lijesen (2010). Zijn doelstelling is het meten van de concurrentie-intensiteit van de luchtvrachtindustrie op basis van kostengegevens. De auteur toont aan dat de invloed van individuele bedrijven op de marktprijs niet significant verschillend is van nul, wat impliceert dat de luchtvrachtindustrie sterk

concurrentieel is.

3. Modellspecificatie

In deze studie is gekozen voor een translog kostenfunctie. Het voordeel van deze vorm in vergelijking met andere kostenfuncties is dat een translog functie een zeer flexibele vorm is die geen a priori, rigide veronderstellingen maakt over de belangrijkste economische eigenschappen zoals de schaalopbrengsten, de substitutie-elasticiteiten tussen de inputs, het kostenniveau, etc. Er kan aangetoond worden dat een translog kostenfunctie een tweede-orde benadering is van een willekeurige kostenfunctie rond een bepaald punt. (Christensen en Greene 1976)

Er wordt zowel een totale als een variabele kostenfunctie geschat. Wat de totale kostenfunctie betreft, wordt naast de statische benadering ook een dynamische specificatie geschat. In de statische (lange termijn) modellen wordt verondersteld dat de variabele inputs onmiddellijk aangepast worden bij een verandering van factorprijzen. Deze modellen vertonen echter significante autocorrelatie in de storingstermen. Dit probleem wordt aangepakt door het schatten van een dynamisch model. In dit onderzoek wordt een eerste-orde autoregressief 'error process model' gebruikt, dat gebaseerd is op Seldon et al. (2000). De modellspecificatie van de totale kostenfunctie vormt het onderwerp van deel 3.1. In deel 3.2 wordt ingegaan op de variabele benadering.

3.1. Totale translog kostenfunctie

Statische benadering

De meest algemene vorm van een totale translog kostenfunctie wordt als volgt gespecificeerd (Berndt 1991):

$$LNC = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i \ln P_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln P_i \ln P_j + \alpha_Y \ln Y + \frac{1}{2} \gamma_{YY} (\ln Y)^2 + \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} \ln P_i \ln Y \quad (1)$$

waarin C = totale kosten

P_i en P_j = inputprijzen

Y = output

De symmetrievoorwaarde vereist dat $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$. Een normale productiefunctie vereist bovendien dat de kostenfunctie homogeen is van graad 1 in inputprijzen, gegeven de output Y. Dit betekent dat een verdubbeling van alle inputprijzen leidt tot een verdubbeling van de totale kosten. Deze voorwaarde houdt de volgende restricties in op vergelijking (1):

$$\sum_{i=1}^n \alpha_i = 1, \sum_{i=1}^n \gamma_{ij} = \sum_{j=1}^n \gamma_{ji} = \sum_{i=1}^n \gamma_{iY} = 0$$

De translog kostenfunctie kan rechtstreeks geschat worden, maar volgens Berndt (1991) kan de efficiëntie van de schattingen verhoogd worden door het schatten van de kostenaandelenvergelijkingen. Door vergelijking (1) partieel af te leiden naar de inputprijzen en vervolgens Shephard's Lemma (dualiteit tussen productie- en kostenfuncties) toe te passen,

worden de volgende kostenaandeelvergelijkingen verkregen:

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_i} = \frac{P_i}{C} \cdot \frac{\partial C}{\partial P_i} = \frac{P_i}{C} X_i = \alpha_i + \sum_{j=1}^n \gamma_{ij} \ln P_j + \gamma_{iY} \ln Y$$

waarbij $\sum_{i=1}^n P_i X_i = C$. De kostenaandelen worden geschreven als $S_i \equiv P_i X_i / C$, waaruit volgt dat:

$$\sum_{i=1}^n S_i = 1$$

Dit is de sommatievoorwaarde van het systeem van aandeelvergelijkingen: de factoraandelen sommeren tot 1. Een gevolg hiervan is dat één van de aandeelvergelijkingen moet weggelaten worden om problemen veroorzaakt door de singulariteit van de variantie-covariantiematrix te vermijden bij het schatten met de Maximum Likelihood (ML) methode. De overblijvende n-1 aandelenvergelijkingen kunnen geschat worden via ML.

Als enkel de aandeelvergelijkingen geschat worden, is het onmogelijk om mogelijke schaalopbrengsten te berekenen. Hiervoor moet de translog kostenfunctie samen met de aandeelvergelijkingen geschat worden als één systeem (Berndt 1991).

In dit artikel wordt een totale translog kostenfunctie met 4 inputs geschat: arbeid (UC_LABOR), brandstof (UC_FUEL), kapitaal (UC_DAR) en materiaal³ (UC_MAT). Zoals werd besproken in de inleiding, is gekozen voor een kostenfunctie met één output, namelijk Revenue Tonne Kilometers (RTKs). Dit houdt in dat FedEx en UPS in dit onderzoek beschouwd worden als all-cargo maatschappijen en dat we focussen op hun luchtvrachtactiviteiten. De overige activiteiten van deze integrators (e.g. wegvervoer, expeditie, logistiek, etc.) worden niet opgenomen in het geschatte model.

Om een onderscheid te kunnen maken tussen schaaleardeelen (EOS) en densiteitseffecten (EOD) worden twee netwerkvariabelen toegevoegd aan het model: het aantal bediende punten (N1) en de gemiddelde vliegafstand (N2). Deze variabelen zijn een maatstaf voor de netwerkgrootte van FedEx en UPS. Het onderscheid tussen EOS en EOD wordt besproken in deel 6.1.

Er wordt een trendvariabele (T) toegevoegd aan het model om rekening te houden met technologische vooruitgang over de tijd. Er werd ook een dummy variabele voor het vierde kwartaal van elk jaar ingevoerd omdat dit in de luchtvracht- en expressector de drukste periode is. Deze dummy variabele bleek echter niet significant te zijn en werd daarom weggelaten in verdere schattingen.

Variabelen met betrekking tot de vloot zoals fleet size, fleet standardization, average age of aircraft, average size of aircraft en aircraft utilization worden niet opgenomen in het totale kostenmodel. De belangrijkste reden hiervoor is dat deze gegevens op kwartaalniveau van FedEx en UPS niet publiek beschikbaar zijn.

Dynamische benadering

De statische modellen vertonen significante autocorrelatie in de storingstermen. Daarom wordt

³ Het materiaal omvat vooral onderhoudsmateriaal maar ook ander materiaal zoals e.g. nutsvoorzieningen (water, electriciteit, licht) en kantoorbenodigdheden.

een eerste-orde autoregressief 'error process model' geschat, gebaseerd op Seldon et al. (2000). Deze auteurs gebruiken de methode die werd ontwikkeld door Berndt en Savin (1975). De econometrische afleiding en specificatie van een dynamisch model met 3 inputs kan geraadpleegd worden in appendix A. Analoog aan de afleiding voor een model met 3 inputs, werd ook van het model met 4 inputs een dynamische versie geschat. De theoretische specificatie hiervan is echter zeer complex en werd daarom niet in dit artikel opgenomen⁴. In deel 5.1 worden de resultaten weergegeven van het dynamische model met 4 inputs.

3.2. Variabele translog kostenfunctie

De voornaamste reden om naast de totale kostenfunctie ook de variabele kostenfunctie te schatten, is het probleem om de eenheidsprijs van de factorinput kapitaal voor FedEx en UPS exact te berekenen. Bovendien is door verschillende auteurs aangetoond dat bedrijven, en vooral luchtvaartmaatschappijen, niet in staat zijn om te opereren op het optimaal niveau van hun capaciteit (kapitaalvoorraad). Daarom wordt vaak een onderscheid gemaakt tussen variabele en quasi-vaste inputs en wordt verondersteld dat de luchtvaartmaatschappij de kosten van een aantal variabele factorinputs minimaliseert afhankelijk van het niveau van de quasi-vaste input, namelijk de kapitaalvoorraad. Een luchtvaartmaatschappij kan de kapitaalvoorraad (vliegtuigen, gebouwen, etc.) niet onmiddellijk aanpassen aan het optimale niveau en bevindt zich dan ook niet in een lange termijn evenwichtssituatie. De variabele kostenfunctie moet beschouwd worden als een weergave van het korte termijn kostenminimalisatieproces. (Caves, Christensen en Swanson 1981; Caves, Christensen en Tretheway 1984; Gillen, Oum en Tretheway 1990)

De variabele kostenfunctie voor FedEx en UPS bevat 3 variabele inputs (arbeid, brandstof en materiaal) en 1 quasi-vaste input (kapitaal). In tegenstelling tot de totale translog kostenfunctie, staat bij de variabele kostenfunctie de eenheidsprijs van kapitaal niet als variabele in het rechterlid, maar wel de vaste kapitaalvoorraad. Zoals in Zou en Hansen (2010), wordt de kapitaalvoorraad aangeduid als kapitaalstock (S).

De kapitaalstock wordt berekend als de som van de activa en de investeringen, waarbij de volgende 4 types activa opgenomen worden in de berekening⁵: vliegtuistructuur, gronduitrusting en -infrastructuur, kapitaalleasing en grond. In de variabele kostenfunctie wordt ook een trendvariabele T opgenomen.

Zoals aangegeven door Oum en Zhang (1991) en door Oum en Yu (1998), kan de schattingsefficiëntie verhoogd worden door een extra vergelijking voor de schaduwwaarde⁶ van de kapitaalvoorraad toe te voegen aan het systeem van aandeelvergelijkingen. Deze extra vergelijking wordt als volgt gespecificeerd:

$$-C_k/VC = \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}$$

met C_k de afgeschreven kapitaalkost, die benaderd wordt door de totale kapitaalkost te vermenigvuldigen met de gebruiksgraad (proxy: beladingsgraad). In dit onderzoek wordt de

⁴ Voor meer informatie omtrent de dynamische specificatie en afleiding wordt verwezen naar Onghena et al. (forthcoming).

⁵ In Zou en Hansen (2010) wordt de kapitaalvoorraad vermenigvuldigd met de gebruiksgraad (benaderd door de load factor). Het resultaat van de berekening wordt 'kapitaalininput' genoemd. Voor dit artikel werden berekeningen uitgevoerd waarbij de kapitaalvoorraad vermenigvuldigd werd met de load factor. De resultaten hiervan zijn vergelijkbaar met de huidige resultaten.

⁶ Berndt (1991) definieert de schaduwprijs van de vaste kapitaalvoorraad als de reductie in variabele kosten die bereikt kan worden door het verhogen van de kapitaalvoorraad met één eenheid, waarbij het outputniveau en de variabele inputprijzen constant blijven.

totale kapitaalkost berekend als de som van 'depreciation, amortization en rentals'⁷ (DAR).

In een volgende stap worden ook de netwerkvariabelen N1 en N2 toegevoegd aan de variabele kostenfunctie. Net als de totale kostenfunctie bevat het variabele model geen vlooteigenschappen.

4. Data

De geschatte kostenfunctie in dit onderzoek is gebaseerd op kwartaalgegevens vanaf het eerste kwartaal van 1990 (1990Q1) tot en met het tweede kwartaal van 2010 (2010Q2) van FedEx en UPS. De data zijn afkomstig van het US Department of Transportation (Bureau of Transportation Statistics). Zowel binnenlandse als internationale operaties zijn opgenomen in het model. De internationale operaties omvatten drie regio's: Atlantic, Pacific en Latin. Het gaat hier enkel om vluchten van/naar de VS, e.g. vluchten van de VS naar Europa en omgekeerd (Atlantic). Dit betekent dat e.g. vluchten tussen Europa en Azië of vluchten binnen Azië niet opgenomen zijn in de gegevens en dat alle data (inclusief de inputvariabelen) enkel betrekking hebben op vluchten van/naar de VS. Alle kostengegevens zijn uitgedrukt in constante prijzen van 2005.

4.1. Totale translog kostenfunctie

De totale kosten (TC_SUM) zijn berekend als de som van de totale arbeidskost⁸, brandstofkost, kapitaalkost en materiaalkost.

De gebruikte outputvariabele (Y) is Revenue Tonne Kilometers (RTKs). De prijs van de factor arbeid (UC_LABOR) wordt berekend als de totale arbeidskost gedeeld door het aantal full-time equivalenten (FTEs). De prijs van de factor brandstof wordt berekend als de totale brandstofkost gedeeld door het totale verbruik (in gallons). De prijs van de factor materiaal wordt benaderd door de productieprijnsindex⁹ (PPI), analoog aan Zou en Hansen (2010). Deze index varieert per kwartaal maar niet per luchtvaartmaatschappij.

De prijs van de factor kapitaal (UC_DAR) wordt berekend als de totale kapitaalkost per Available Tonne Kilometer (ATK). Het vinden van een correcte maatstaf voor de eenheidsprijs van kapitaal was moeilijk. Een berekening van de Weighted Average Cost of Capital (WACC) bleek onmogelijk door het gebrek aan data over de marktwaarde van het aandelenvermogen voor de luchtvrachtoperaties van FedEx en UPS. Het bepalen van een annuïteit bleek eveneens onmogelijk door het ontbreken van gegevens over de aankoopprijs, sloopwaarde en levensduur van elk vliegtuig van FedEx en UPS tussen 1990Q1 en 2010Q2. De mogelijkheid om te werken met een opportuniteitskost voor kapitaal, namelijk de reële intrestvoet, werd ook overwogen. Schattingen werden uitgevoerd met de reële intrestvoet als proxy-variabele voor de prijs van kapitaal. De resultaten waren echter minder goed dan bij het gebruik van UC_DAR. Er werd daarom besloten dat UC_DAR de best mogelijke benadering is van de werkelijke prijs van kapitaal. Aangezien het echter geen perfecte maatstaf is, werd besloten om ook de variabele kostenfunctie te schatten.

De netwerkvariabele N1 wordt berekend als het aantal bediende luchthavens. De netwerkvariabele N2 wordt berekend als de totale gevlogen afstand gedeeld door het totaal aantal vertrekken.

⁷ Depreciation en amortization omvatten alle afschrijvingskosten op infrastructuur die in eigendom is of geleast wordt. Dit omvat zowel vlieguitrusting (flight equipment) als gronduitrusting en -infrastructuur (ground property & equipment). De rentals omvatten de leasingkosten voor zowel vliegtuigen als gebouwen.

⁸ De arbeidskost omvat lonen en bijkomende werknemersvoordelen.

⁹ De gebruikte productieprijnsindex is afkomstig van het US Bureau of Labor Statistics.

De steekproef bestaat uit 82 observaties. De beschrijvende statistieken van de belangrijkste variabelen voor FedEx en UPS worden weergegeven in tabel 1. Deze variabelen worden zowel in de statische als de dynamische specificatie gebruikt.

4.2. Variabele translog kostenfunctie

De variabele operationele kosten (VC) worden berekend als de som van de arbeidskost, brandstofkost en materiaalkost. De outputvariabele Y wordt berekend als de RTKs van FedEx en UPS, analoog als bij de totale translog kostenfunctie.

De prijs van de inputs arbeid (UC_LABOR), brandstof (UC_FUEL) en materiaal (UC_MAT) worden op dezelfde manier berekend als bij de totale kostenfunctie. Wat de factor kapitaal betreft, wordt de kapitaalstock S gebruikt in de variabele kostenfunctie. Het wordt beschreven in deel 3.2 hoe deze variabele wordt berekend. Ook de berekening van C_k , de afgeschreven kapitaalkost, wordt besproken in deel 3.2. Tabel 2 bevat een overzicht van de beschrijvende statistieken voor de belangrijkste variabelen van de variabele kostenfunctie van FedEx en UPS.

Tabel 1 – Beschrijvende statistieken van de belangrijkste variabelen (in constante prijzen) van de totale translog kostenfunctie – FedEx en UPS

	Gemiddelde	Std.afw.	Minimum	Maximum
FedEx				
Total Cost (\$)	1.49E+09	4.47E+08	8.78E+08	2.46E+09
Output (RTKs)	2.47E+09	8.27E+08	1.15E+09	3.76E+09
Labor price (\$ per FTE)	22130.15	2641.01	18616.37	31086.36
Fuel price (\$ per gallon)	1.15	0.58	0.53	3.24
Capital price (\$ per ATK)	0.11	0.03	0.07	0.16
Materials price (index)	142.98	14.58	114.90	170.80
Number of points served	47.84	10.85	28.00	79.00
Average stage length (kilometers)	922.94	122.23	743.08	1130.86
UPS				
Total Cost (\$)	5.34E+08	2.39E+08	2.17E+08	1.14E+09
Output (RTKs)	1.43E+09	5.49E+08	4.84E+08	2.44E+09
Labor price (\$ per FTE)	39228.01	6848.61	23873.22	52072.31
Fuel price (\$ per gallon)	1.17	0.59	0.53	3.35
Capital price (\$ per ATK)	0.05	0.01	0.02	0.08
Materials price (index)	142.98	14.58	114.90	170.80
Number of points served	31.37	12.53	9.00	65.00
Average stage length (kilometers)	1423.64	160.20	1144.27	1760.41

5. Schattingsresultaten

5.1 Totale translog kostenfunctie

Statische benadering

Tabel 3 bevat de schattingsresultaten voor de totale, lange termijn kostenfunctie van FedEx en UPS. Dit model bevat 4 inputs (arbeid, brandstof, kapitaal en materiaal) en 2 netwerkvariabelen. Enkel de eerste-orde coëfficiënten worden vermeld in de tabel. De tweede-orde coëfficiënten zijn op aanvraag beschikbaar bij de auteur. Alle verklarende variabelen zijn genormaliseerd rond hun gemiddelde. Dit betekent dat elke verklarende variabele gedeeld wordt door zijn gemiddelde

waarde. Dit wordt gedaan omdat de translog kostenfunctie een benadering is van een arbitraire kostenfunctie in een bepaald punt, zoals vermeld in deel 3. Het is dus noodzakelijk om dit benaderingspunt nader te bepalen. Zoals in de meeste literatuur, wordt in deze studie verondersteld dat dit benaderingspunt het gemiddelde¹⁰ van de verklarende variabelen is.

Tabel 2 – Beschrijvende statistieken van belangrijkste variabelen (in constante prijzen) van variabele translog kostenfunctie – FedEx en UPS

	Gemiddelde	Std.afw.	Minimum	Maximum
FedEx				
Variable Cost (\$)	1.10E+09	4.08E+08	6.10E+08	2.05E+09
Output (RTKs)	2.47E+09	8.27E+08	1.15E+09	3.76E+09
Capital stock S (\$)	1.25E+10	2.91E+09	7.31E+09	1.77E+10
Labor price (\$ per FTE)	22130.15	2641.01	18616.37	31086.36
Fuel price (\$ per gallon)	1.15	0.58	0.53	3.24
Materials price UC_MAT (index)	142.98	14.58	114.90	170.80
Number of points served	47.84	10.85	28	79
Average stage length (kilometers)	922.94	122.23	743.08	1130.86
Depreciated capital cost C_k (\$)	2.45E+08	40972632	1.58E+08	3.20E+08
UPS				
Variable Cost (\$)	4.29E+08	2.23E+08	1.54E+08	1.02E+09
Output (RTKs)	1.43E+09	5.49E+08	4.84E+08	2.44E+09
Capital stock S (\$)	7.67E+09	4.00E+09	1.84E+09	1.44E+10
Labor price (\$ per FTE)	39228.01	6848.61	23873.22	52072.31
Fuel price (\$ per gallon)	1.17	0.59	0.53	3.35
Materials price UC_MAT (index)	142.98	14.58	114.90	170.80
Number of points served	31.37	12.53	9.00	65.00
Average stage length (kilometers)	1423.64	160.20	1144.27	1760.41
Depreciated capital cost C_k (\$)	60576613	15307336	15833786	84404562

Tabel 3 – Totale Statische Translog Kostenfunctie – Schattingsresultaten van Model 1

	Model 1 FedEx			Model 1 UPS		
	Coeff.	Std.Err.	Prob.	Coeff.	Std.Err.	Prob.
Output	0.572	0.043	0.000	0.486	0.055	0.000
Labor price	0.431	0.003	0.000	0.364	0.002	0.000
Fuel price	0.189	0.002	0.000	0.322	0.003	0.000
Capital price	0.277	0.002	0.000	0.215	0.002	0.000
Materials price	0.103	0.002	0.000	0.099	0.003	0.000
Trend	0.028	0.015	0.067	0.105	0.034	0.002
Number of points served	0.120	0.044	0.006	0.004	0.027	0.891
Average stage length	-0.242	0.110	0.028	-0.460	0.078	0.000

Door de normalisatie van de data rond het gemiddelde kunnen de eerste-orde coëfficiënten geïnterpreteerd worden als kostenelasticiteiten in de gemiddelde waarden van de steekproef.

¹⁰ Het is aangetoond door Gillen, Oum en Thretheway (1990) dat dezelfde schattingsresultaten voor, e.g. schaafeffecten, bekomen worden als de data genormaliseerd zouden worden rond een ander punt dan het gemiddelde.

In model 1 zijn bij FedEx alle coëfficiënten statistisch significant en hebben ze het verwachte teken, behalve de trendvariabele. Bij UPS is de coëfficiënt van het aantal bediende punten niet significant. De overige coëfficiënten zijn significant en hebben het verwachte teken, behalve de trendvariabele. De coëfficiënt hiervan is bij beide integrators positief, wat wijst op een toename van de totale kosten over de tijd als gevolg van effecten die niet opgenomen zijn in de andere verklarende variabelen. Aangezien de trendvariabele gebruikt wordt als proxy voor de technologische vooruitgang, zou dit betekenen dat de totale kosten stijgen ondanks de technologische evolutie over de beschouwde periode.

De eerste-orde output- en prijscoëfficiënten zijn positief, wat erop wijst dat de totale kosten toenemen bij toenemende factorprijzen en vervoerde hoeveelheden. De grootte van de outputcoëfficiënt geeft aan dat bij een stijging van de output (RTKs) met 1%, de totale kosten van FedEx toenemen met 0.57% en die van UPS met 0.49%. De prijscoëfficiënten laten zien dat bij FedEx de aandelen van arbeid, brandstof, kapitaal en materiaal gelijk zijn aan respectievelijk 43%, 19%, 28% en 10%. In het geval van UPS bedragen deze aandelen, die geïnterpreteerd kunnen worden als kostenelasticiteiten, voor arbeid, brandstof, kapitaal en materiaal respectievelijk 37%, 32%, 22% en 10%. De resultaten geven aan dat de totale kosten van beide integrators het sterkst afhankelijk zijn van de factorprijs van arbeid. De totale kosten van FedEx zijn zelfs nog gevoeliger voor de arbeidsprijs dan die van UPS. Dit is mogelijk te verklaren door het groter aantal piloten in het totale werknemersaantal bij FedEx dan bij UPS. De impact van de brandstofprijs op de totale kosten is groter voor UPS dan voor FedEx. Bij FedEx is de impact van de kapitaalprijs op de totale kosten groter dan bij UPS. Een potentiële verklaring hiervoor is dat, tussen 1993 en 2002, de leasingkosten de grootste uitgavencategorie vormden in de totale operationele kosten van FedEx, terwijl bij UPS de brandstofkosten het grootste aandeel hadden in de totale operationele kosten over de volledige periode 1990Q1-2010Q2. Deze vaststelling is een mogelijke aanwijzing voor het feit dat FedEx een groter deel van zijn vliegeroperaties uitbesteedde dan UPS tijdens de beschouwde periode. Een andere mogelijke verklaring voor het groter effect van de brandstofprijs op de totale kosten van UPS dan op die van FedEx is een verschil in 'hedging' strategie tussen beide integrators. Het effect van de factorprijs van materiaal op de totale kosten is gelijk voor FedEx en UPS.

De coëfficiënten van het aantal bediende luchthavens en de gemiddelde afstand bij FedEx zijn significant en hebben het verwachte teken. De coëfficiënt van het aantal bediende luchthavens, 0.12, wijst erop dat een toename van 1% in de grootte van het netwerk leidt tot een toename in de totale kosten van 0.12% in het steekproefgemiddelde, bij een constante output. Voor UPS is deze coëfficiënt niet significant. De coëfficiënt van de gemiddelde afstand bij FedEx, -0.242, geeft aan dat een stijging van de gemiddelde afstand van 1% leidt tot een daling van de totale kosten met 0.24% bij een constant outputniveau. Dit kan geïnterpreteerd worden als het kostenbesparingseffect door het vliegen van minder vracht over een langer segment in plaats van meer vracht over een korter segment om hetzelfde outputniveau te bereiken. In het geval van UPS is dit besparingseffect groter (0.46%).

Dynamische benadering

De schattingsresultaten van de dynamische versie van model 1 (model 1D) worden voorgesteld in tabel 4. De tabel bevat enkel de eerste-orde modelcoëfficiënten en de autocorrelatiecoëfficiënten. De autocorrelatiecoëfficiënten in model 1D zijn C(30) tot en met C(45). Dit model werd geschat met behulp van de Maximum Likelihood schattingsmethode. De tweede-orde coëfficiënten zijn op aanvraag beschikbaar bij de auteur.

Zowel bij FedEx als bij UPS zijn de coëfficiënten van het aantal bediende punten en de gemiddelde afstand niet significant. De resultaten geven bovendien aan dat een meer complexe dynamische specificatie, e.g. een model in eerste verschillen of een error-correction model, mogelijk betere resultaten kan opleveren. Wat de kostenelasticiteiten voor de verschillende

inputs betreft, zijn de resultaten vergelijkbaar met die van het statische model 1. De outputcoëfficiënten bij beide integrators zijn vergelijkbaar maar een stuk kleiner dan bij model 1.

5.2. Variabele translog kostenfunctie

Tabel 5 bevat de schattingsresultaten voor de variabele translog kostenfunctie van FedEx en UPS. Het variabel model bestaat uit 3 variabele inputs (arbeid, brandstof en materiaal), 1 quasi-vaste input (kapitaal) en 2 netwerkvariabelen. In de tabel worden enkel de eerste-orde coëfficiënten vermeld. De tweede-orde coëfficiënten zijn beschikbaar bij de auteur op aanvraag. De Seemingly Unrelated Regressions (SUR) methode werd gebruikt bij het schatten van de variabele kostenfunctie.

Tabel 4 – Totale Dynamische Translog Kostenfunctie – Schattingsresultaten van Model 1D

	Model 1D FedEx			Model 1D UPS		
	Coeff.	Std.Err.	Prob.	Coeff.	Std.Err.	Prob.
Output	0.318	0.087	0.000	0.326	0.089	0.000
Labor price	0.444	0.020	0.000	0.376	0.015	0.000
Fuel price	0.175	0.021	0.000	0.316	0.030	0.000
Capital price	0.260	0.028	0.000	0.215	0.028	0.000
Materials price	0.121	0.033	0.000	0.092	0.048	0.056
Trend	0.118	0.069	0.088	-0.016	0.091	0.857
Number of points served	0.050	0.050	0.326	-0.037	0.055	0.504
Average stage length	-0.064	0.133	0.629	0.109	0.265	0.680
C(30)	0.651	0.126	0.000	1.022	0.103	0.000
C(31)	-1.092	0.513	0.033	-0.008	0.732	0.991
C(32)	0.093	0.382	0.807	-34.654	3124.261	0.991
C(33)	0.018	0.046	0.689	4.055	368.153	0.991
C(34)	-0.002	0.043	0.967	-0.072	0.038	0.060
C(35)	0.666	0.269	0.013	0.517	0.277	0.063
C(36)	0.022	0.089	0.804	0.197	0.189	0.296
C(37)	-0.256	0.200	0.201	0.113	0.168	0.502
C(38)	0.008	0.062	0.898	-0.105	0.094	0.260
C(39)	0.251	0.289	0.384	0.318	0.423	0.452
C(40)	0.818	0.152	0.000	0.494	0.397	0.214
C(41)	0.126	0.314	0.687	0.243	0.252	0.334
C(42)	-0.019	0.049	0.694	0.209	0.113	0.065
C(43)	-0.075	0.222	0.737	0.062	0.706	0.930
C(44)	-0.056	0.141	0.692	0.178	0.620	0.775
C(45)	0.902	0.199	0.000	0.363	0.294	0.217

Tabel 5 – Variabele Translog Kostenfunctie – Schattingsresultaten van Model 2

	Model 2 FedEx			Model 2 UPS		
	Coeff.	Std.Err.	Prob.	Coeff.	Std.Err.	Prob.
Output	0.488	0.030	0.000	0.542	0.066	0.000
Labor price	0.603	0.002	0.000	0.476	0.003	0.000
Fuel price	0.257	0.002	0.000	0.414	0.004	0.000
Materials price	0.140	0.002	0.000	0.110	0.004	0.000
Trend	0.096	0.013	0.000	0.152	0.037	0.000
Capital stock	-0.230	0.002	0.000	-0.147	0.004	0.000
Number of points served	0.165	0.043	0.000	0.040	0.031	0.194
Average stage length	-0.490	0.092	0.000	-0.590	0.089	0.000

De coëfficiënten van model 2 zijn significant in het geval van FedEx. Bij UPS is de coëfficiënt van het aantal bediende luchthavens niet significant. Alle coëfficiënten, behalve die van de

trendvariabele van beide integrators, hebben het verwachte teken. Wat het aandeel van de inputs in de variabele kosten van beide integrators betreft, zijn de resultaten vergelijkbaar met die van de totale kostenfunctie (model 1). In het geval van FedEx heeft de factorprijs van arbeid de grootste impact (60%) op de variabele kosten, gevolgd door de factorprijs van brandstof (26%) en die van materiaal (14%). In het geval van UPS is het effect van de brandstofprijs op de variabele kosten (41%) veel groter dan bij FedEx, terwijl het effect van de factorprijs van arbeid (48%) minder groot is dan bij FedEx. De factorprijs van materiaal heeft een impact van 11% op de variabele kosten van UPS. De coëfficiënt bij kapitaalstock is negatief bij beide integrators. Dit betekent dat de schaduwprijs van kapitaal positief is. De coëfficiënt van het aantal bediende punten bij FedEx is groter dan die van het totale kostenmodel. Het kostenbesparingseffect van een grotere gemiddelde vliegafstand is zowel bij FedEx (0.49%) als bij UPS (0.59%) groter dan bij het totale kostenmodel.

6. Kosteneigenschappen: economische interpretatie

6.1 Schaal- en densiteitseffecten: de theorie

Door het toevoegen van het aantal bediende punten aan het kostenmodel is het mogelijk om een onderscheid te maken tussen schaaffecten (EOS) en densiteitseffecten (EOD) in luchtvaartoperaties. Dit wordt onder meer bevestigd door Caves et al. (1984). Deze auteurs definiëren EOD als 'de proportionele toename van de output als gevolg van een proportionele toename van alle inputs, waarbij het aantal bediende punten, de gemiddelde vliegafstand, de gemiddelde beladingsgraad en de inputprijzen constant blijven'. Er zijn dus EOD als de eenheidskosten afnemen wanneer een cargomaatschappij het aantal vluchten verhoogt (naar bestemmingen die reeds bediend worden) of meer vracht meeneemt op bestaande vluchten (via grotere vliegtuigen of een ander laadschema met hogere densiteit). Schaaffecten (EOS) bestaan als de eenheidskosten afnemen wanneer een cargomaatschappij vluchten toevoegt naar bestemmingen die nog niet bediend werden en wanneer de bijkomende vluchten geen verandering veroorzaken in de gemiddelde beladingsgraad, vliegafstand en de output per bediende punt (constante densiteit).

In dit artikel worden de klassieke concepten van schaal- en densiteitseffecten toegepast, zoals gedefinieerd door Caves et al. (1984). Er bestaat echter een discussie in de literatuur omtrent deze concepten en er werden reeds voorstellen geformuleerd om de schaalvoordelen op een andere manier te berekenen. Een innovatieve bijdrage tot deze discussie is van Basso en Jara-Díaz (2005), waarin de auteurs een methode ontwikkelen voor het berekenen van 'economies of spatial scope' op basis van kostenfuncties met geaggregeerde output. De auteurs tonen aan dat het bestaande concept van schaalvoordelen met variabele netwerk grootte een aantal tekortkomingen vertoont. De toevoeging van nieuwe verbindingen aan het netwerk betekent een toename van het aantal aangeboden producten. Netwerkvariabelen zijn volgens de auteurs dan ook eerder gerelateerd aan 'economies of scope' in plaats van aan 'economies of scale'. De auteurs introduceren een nieuw concept van 'economies of spatial scope' ter vervanging van het klassieke concept van 'economies of scale'. In dit artikel wordt het concept van 'economies of spatial scope' niet verder bestudeerd en wordt het klassieke onderscheid tussen EOS en EOD gebruikt.

In dit onderdeel wordt verder besproken hoe EOD en EOS berekend worden in het geval van een totale en een variabele translog kostenfunctie.

Totale translog kostenfunctie

Bij een totale translog kostenfunctie waarin het aantal bediende punten niet is opgenomen als variabele, worden de EOS berekend als de inverse van de elasticiteit van de totale kosten met betrekking tot de output. Deze elasticiteit van de totale kosten met betrekking tot de output is

gelijk aan de ratio van de marginale kosten ten opzichte van de gemiddelde kosten. Als de marginale kosten groter zijn dan de gemiddelde kosten, zijn de gemiddelde kosten stijgend en zijn er schaalnadelen ($EOS < 1$). Als de marginale kosten kleiner zijn dan de gemiddelde kosten, zijn de gemiddelde kosten dalend en zijn er schaalvoordelen ($EOS > 1$) (Berndt 1991: 476).

Meer specifiek krijgen we:

$$EOS = 1/\varepsilon_{CY} = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y}\right)^{-1} \quad \text{waarbij} \quad \varepsilon_{CY} = \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} = MC/AC$$

Als het aantal bediende punten opgenomen is als een variabele in de kostenfunctie, kunnen we een onderscheid maken tussen EOS en EOD. In dit geval worden de EOD berekend als de inverse van de elasticiteit van de totale kosten met betrekking tot de output, dus op dezelfde manier als de EOS bij een kostenfunctie zonder het aantal bediende punten. De EOS worden in dit geval berekend als de inverse van de som van de elasticiteiten van de totale kosten met betrekking tot de output (Y) en het aantal bediende punten (N1) (Gillen, Oum and Tretheway 1990). Dit geeft:

$$EOD = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y}\right)^{-1}$$

$$EOS = \left(\frac{\partial \ln TC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln TC}{\partial \ln N1}\right)^{-1}$$

Variabele translog kostenfunctie

In het geval van een variabele translog kostenfunctie zonder het aantal bediende punten, worden de EOS berekend als de inverse van de elasticiteit van de variabele kosten met betrekking tot de output. Als het aantal bediende punten wel is opgenomen, worden de EOD en de EOS als volgt berekend (Caves, Christensen and Swanson 1981):

$$EOD = (1 - ELAST_{VCS}) / ELAST_{VCY} = \left(1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}\right) / \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y}$$

$$EOS = (1 - ELAST_{VCS}) / (ELAST_{VCY} + ELAST_{VCN1}) = \left(1 - \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln S}\right) / \left(\frac{\partial \ln VC}{\partial \ln Y} + \frac{\partial \ln VC}{\partial \ln N1}\right)$$

6.2. *Schaal- en densiteitseffecten: empirische resultaten*

Totale translog kostenfunctie

In tabel 6 worden de EOS berekend op basis van modellen 1 en 1D voor FedEx en UPS. De EOS en EOD worden telkens berekend in het steekproefgemiddelde, de eerste observatie (1990Q1) en de laatste observatie (2010Q2).

De kosteneigenschappen op basis van model 1 geven aan dat beide integrators EOD en EOS vertonen in het steekproefgemiddelde, het begin en het einde van de dataset. Dit belangrijk resultaat is een verklaring voor de uitbreidings- en samenwerkingsstrategieën die beide integrators in het verleden gevolgd hebben. Bij de berekening van de EOS werd rekening

gehouden met de coëfficiënt voor het aantal bediende luchthavens. In het geval van UPS is deze coëfficiënt echter niet significant. In het steekproefgemiddelde en in 1990Q1 heeft UPS grotere EOD en EOS dan FedEx. In 2010Q2 zijn de EOD en EOS van beide integrators vergelijkbaar. Een mogelijke verklaring voor de grotere densiteitseffecten in 1990Q1 bij UPS is het feit dat UPS Airlines opgericht is in 1988, terwijl FedEx Express zijn eerste vliegactiviteiten al in 1973 begon. Het netwerk van UPS was in 1990Q1 dus nog veel minder uitgebouwd in vergelijking met dat van FedEx, wat aanleiding kan geven tot grotere densiteitseffecten. Een laatste opmerking is het feit dat de EOD en EOS van UPS in 1990Q1 veel groter zijn dan in 2010Q2. Er zijn dus afnemende densiteits- en schaalvoordelen, terwijl deze bij FedEx toenemend zijn. Dit wijst op een grotere saturatie van het netwerk van UPS in vergelijking met dat van FedEx.

Tabel 6 – Schaal- en densiteitseffecten op basis van modellen 1 en 1D

	Model 1 FedEx	Model 1D FedEx	Model 1 UPS	Model 1D UPS
EOS at sample mean	1.445	2.723	2.043	3.455
EOD at sample mean	1.749	3.148	2.059	3.067
EOS in 1990Q1	1.210	4.241	4.547	3.181
EOS in 2010Q2	1.659	2.326	1.629	3.407
EOD in 1990Q1	1.441	4.725	6.546	2.739
EOD in 2010Q2	2.050	3.036	1.914	3.006

Ook het dynamisch model 1D wijst op schaal- en densiteitsvoordelen voor beide integrators in het steekproefgemiddelde, 1990Q1 en 2010Q2. De EOS moeten echter wel met voorzichtigheid geïnterpreteerd worden aangezien de waarde hiervan berekend werd op basis van de coëfficiënt van het aantal bediende punten, die bij beide integrators niet significant is. De EOD in het steekproefgemiddelde zijn voor beide integrators gelijkaardig. De waarde is bovendien groter dan de EOD op basis van model 1.

De berekende densiteitsvoordelen voor de luchtvrachtoperaties van FedEx en UPS zijn groter dan de waarden die berekend werden voor passagiersvervoer. Caves, Christensen en Tretheway (1984) rapporteren densiteitsvoordelen van 1.24 voor Amerikaanse passagiersmaatschappijen. Wat schaaffecten betreft, stellen deze auteurs constante schaaffecten vast voor passagiersvervoer. Dit is in tegenstelling tot de resultaten van dit artikel die het bestaan aantonen van grote schaaffecten voor de luchtvrachtoperaties van integrators. Een mogelijke verklaring voor dit verschil in schaaffecten tussen luchtvrachtactiviteiten van integrators en passagiersactiviteiten is het groter aandeel vaste kosten die geassocieerd zijn met het uitbaten van een eigen, full-freighter luchtvracht netwerk in vergelijking met het uitbaten van een passagiersnetwerk. Integrators investeren zelf in hun infra- en suprastructuur, bijvoorbeeld in sorteerinstallaties in hun eigen hubs.

Variabele translog kostenfunctie

Tabel 7 bevat de berekende EOS en EOD op basis van het variabel kostenmodel (model 2).

Ook volgens model 2 realiseren beide integrators zowel EOS als EOD over de beschouwde periode. De EOS in het gemiddelde zijn groter voor UPS dan voor FedEx, terwijl de EOD van FedEx in het gemiddelde groter zijn dan voor UPS. Zoals bij model 1, blijkt ook hier dat UPS grotere EOS en EOD vertoont in 1990Q1 dan FedEx, terwijl de situatie omgekeerd is in 2010Q2. Bovendien vertoont UPS opnieuw afnemende schaal- en densiteitseffecten, terwijl deze bij FedEx toenemend zijn. Net als bij model 1 valt het hier echter op te merken dat de EOS bij UPS werden berekend op basis van een statistisch niet significante coëfficiënt.

Tabel 7 – Schaal- en densiteitseffecten op basis van model 2

	Model 2 FedEx	Model 2 UPS
EOS at sample mean	1.883	1.969
EOD at sample mean	2.522	2.114
EOS in 1990Q1	2.083	15.107
EOS in 2010Q2	1.762	1.446
EOD in 1990Q1	1.755	12.585
EOD in 2010Q2	3.505	1.858

6.3 Substitutie- en prijselasticiteiten

Totale translog kostenfunctie

Tabel 8 bevat de Allen partiële substitutie-elasticiteiten en de eigen- en kruiselingse Hicks prijselasticiteiten voor de verschillende factorinputs van FedEx en UPS op basis van model 1. De elasticiteiten werden berekend in de gemiddelde waarden van alle verklarende variabelen (steekproefgemiddelde).

Tabel 8 – Substitutie- en prijselasticiteiten tussen inputs berekend in het steekproefgemiddelde – Model 1

	Model 1 FedEx				Model 1 UPS			
	j=labor	j=fuel	j=dar	j=mat	j=labor	j=fuel	j=dar	j=mat
SUBSTITUTIE ELASTICITEITEN								
i=labor		-0.06	0.23	1.36		-0.30	0.04	2.82
i=fuel	-0.06		0.07	0.74	-0.30		-0.21	2.93
i=dar	0.23	0.07		1.32	0.04	-0.21		2.90
i=mat	1.36	0.74	1.32		2.82	2.93	2.90	
PRIJSELASTICITEITEN								
i=labor	<u>-0.17</u>	-0.01	0.06	0.14	<u>-0.19</u>	-0.10	0.01	0.28
i=fuel	-0.03	<u>-0.03</u>	0.02	0.08	-0.11	<u>-0.14</u>	-0.04	0.29
i=dar	0.10	0.01	<u>-0.25</u>	0.14	0.01	-0.07	<u>-0.24</u>	0.29
i=mat	0.59	0.14	0.37	<u>-1.09</u>	1.03	0.94	0.62	<u>-2.59</u>

De Allen partiële substitutie-elasticiteiten zijn symmetrisch. De waarden van de substitutie- en prijselasticiteiten in het steekproefgemiddelde geven aan dat, voor beide integrators, arbeid en brandstof complementair zijn. De waarden van de elasticiteiten tussen arbeid en brandstof zijn echter bij UPS veel groter dan bij FedEx. Een potentiële verklaring hiervoor is het feit dat de inputprijs van brandstof een groter effect heeft op de totale kosten van UPS in vergelijking met FedEx. Voor beide integrators zijn arbeid en kapitaal substituten. Een opvallend verschil tussen beide integrators is dat brandstof en kapitaal substituten zijn in het geval van FedEx, maar complementen in het geval van UPS. Bij een stijging van de brandstofprijs zal de vraag naar kapitaal toenemen bij FedEx en afnemen bij UPS. Dit betekent dat FedEx duurdere en dus brandstof efficiëntere vliegtuigen zal aankopen in geval van een toename van de brandstofprijs. UPS zal daarentegen meer geneigd zijn om over te schakelen op wegvervoer voor de binnenlandse zendingen. Bovendien zijn de waarden van de substitutie- en prijselasticiteiten groter bij UPS dan bij FedEx. Dit wijst op een sterkere relatie tussen brandstof en kapitaal bij UPS dan bij FedEx. Bij beide integrators en vooral bij UPS zijn de substitutie- en prijselasticiteiten tussen materiaal en de overige inputs groter dan de elasticiteiten tussen de overige inputs. De eigen-prijselasticiteiten van FedEx en UPS zijn negatief en hebben een zeer kleine waarde, behalve die van materiaal, die negatief is maar groter dan 1 bij FedEx en UPS. Materiaal blijkt de enige input te zijn die prijselastisch is, vooral in het geval van UPS.

Variabele translog kostenfunctie

Tabel 9 geeft een overzicht van de substitutie- en prijselasticiteiten gebaseerd op het variabele kostenmodel (model 2).

De resultaten zijn vergelijkbaar met de elasticiteiten berekend op basis van het totale kostenmodel (model 1). Voor beide integrators zijn arbeid en brandstof complementen. Zowel arbeid en materiaal, als brandstof en materiaal zijn substituten. In het geval van UPS zijn de substitutie-elasticiteiten tussen arbeid en materiaal en tussen brandstof en materiaal heel groot. De prijselasticiteit tussen materiaal en arbeid bij UPS is groter dan 1. Ook de eigen-prijselasticiteit van materiaal is groter dan 1 bij UPS.

Tabel 9 – Substitutie- en prijselasticiteiten tussen inputs berekend in het steekproefgemiddelde – Model 2

	Model 2 FedEx			Model 2 UPS		
	j=labor	j=fuel	j=mat	j=labor	j=fuel	j=mat
SUBSTITUTIE ELASTICITEITEN						
i=labor		-0.01	0.78		-0.22	2.73
i=fuel	-0.01		0.21	-0.22		2.25
i=mat	0.78	0.21		2.73	2.25	
PRIJSELASTICITEITEN						
i=labor	<u>-0.11</u>	-0.003	0.11	<u>-0.21</u>	-0.004	0.30
i=fuel	-0.01	<u>-0.02</u>	0.03	-0.005	<u>-0.14</u>	0.25
i=mat	0.47	0.05	<u>-0.53</u>	1.30	0.93	<u>-2.34</u>

7. Conclusies en suggesties voor verder onderzoek

In dit artikel wordt een totale en variabele translog kostenfunctie voor FedEx en UPS geschat. Door het opnemen van het aantal bediende punten als netwerkvariabele in het model, is het mogelijk om een onderscheid te maken tussen schaal- en densiteitseffecten. De resultaten wijzen op sterke schaal- en densiteitsvoordelen bij beide integrators. Dit bewijst dat hun uitbreidings- en samenwerkingsstrategieën in nauw verband staan met hun kostenstructuur. Bovendien vormen de sterke schaal- en densiteitsvoordelen een belangrijke toetredingsbarrière tot het oligopolie van The Big Four. Op basis van de resultaten kan verwacht worden dat de integrators ook in de toekomst strategieën zullen ontwikkelen die hen toelaten om de beschikbare schaal- en densiteitsvoordelen optimaal te benutten. Dit betekent dat de consolidatie in deze markt zal aanhouden. Dit resultaat is van belang voor de spelers uit de luchtvrachtindustrie en voor spelers uit andere industrieën die gebruik maken van de diensten van integrators, maar ook voor regulerende instellingen.

Wat het aandeel van de inputs in de kosten van FedEx en UPS betreft, tonen zowel het totale als het variabele kostenmodel aan dat de factorprijs van arbeid het grootste effect heeft op de totale en variabele kosten. Uit het totale kostenmodel blijkt bovendien dat de factorprijs van kapitaal de op één na grootste impact heeft op de totale kosten van FedEx, terwijl dit voor UPS de factorprijs van brandstof is. Dit is deels te verklaren door de grotere mate van outsourcing van vliegoperaties bij FedEx dan bij UPS. Het betekent tevens dat de sterke stijging van de kerosineprijzen over de beschouwde periode een grotere impact heeft op de totale en variabele kosten van UPS dan op die van FedEx. Hierdoor zal de drijfveer om de brandstofefficiëntie te verhogen, een fuel-hedging strategie toe te passen of gebruik te maken van brandstoftoeslagen groter zijn bij UPS dan bij FedEx. Wat het aandeel van materiaal betreft, wijst het totale kostenmodel op een aandeel van ongeveer 10% voor beide integrators. Het variabele model geeft een aandeel van 14% aan voor FedEx en 11% voor UPS.

Dit onderzoek is onderhevig aan enkele beperkingen. De eerste beperking situeert zich op het vlak van de dynamische modelspecificatie. De schattingsresultaten suggereren dat een meer complexe specificatie, zoals een model in eerste-verschillen of een error-correctiemodel de resultaten nog kan verbeteren. Voor het error-correctiemodel kan de benadering van Urga en Walters (2003) gevolgd worden. De tweede beperking in dit onderzoek is dat voor het variabele kostenmodel enkel een statische benadering gebruikt werd. In toekomstig onderzoek kan bekeken worden of een dynamische variant van het variabel model de resultaten kan verbeteren. Ten derde zou het waardevol zijn in verder onderzoek om een panelbenadering te gebruiken. Het panel zou zowel integrators als niet-geïntegreerde all-cargo maatschappijen kunnen bevatten. Dit zou het mogelijk maken om de kostenstructuur van integrators te vergelijken met die van traditionele luchtvrachtmaatschappijen. Aangezien dit onderzoek gericht is op het analyseren van de kostenstructuur van FedEx en UPS, werd niet geschat op basis van paneldata. Een vierde suggestie voor verder onderzoek betreft het opnemen van extra verklarende variabelen in het model zoals variabelen met betrekking tot de vloot (e.g. fleet standardization, average aircraft age, average aircraft size, fleet size, etc.). Een laatste beperking is dat in dit onderzoek gekozen is voor een kostenfunctie met één outputvariabele. De focus op de luchtvrachtoperaties van FedEx en UPS en het gebrek aan gestructureerde data verklaren deze keuze.

Referenties

- Bailey, E.E., Panzar, J.C. (1981) "The Contestability of Airline Markets during the Transition to Deregulation", *Law and Contemporary Problems*, jrg. 44, nr. 1, pp. 125-145.
- Basso, L.J., Jara-Díaz, S.R. (2005) "Calculation of Economies of Spatial Scope from Transport Cost Functions with Aggregate Output with an Application to the Airline Industry", *Journal of Transport Economics and Policy*, jrg. 39, nr. 1, pp. 25-52.
- Berndt, E. (1991) *The Practice of Econometrics: Classic and Contemporary*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Berndt, E., Savin, N.E. (1975) "Estimation and Hypothesis Testing in Singular Equation Systems with Autoregressive Disturbances", *Econometrica*, jrg. 43, nr. 5-6, pp. 937-958.
- Caves, R.E. (1962) *Air Transport and its Regulators*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Caves, D.W., Christensen, L.R., Swanson, J.A. (1981) "Productivity Growth, Scale Economies, and Capacity Utilization in U.S. Railroads, 1955-74", *American Economic Review*, jrg. 71, nr. 5, pp. 994-1002.
- Caves, D.W., Christensen, L.R., Tretheway, M.W. (1984) "Economies of Density versus Economies of Scale: Why Trunk and Local Service Airline Costs Differ", *The RAND Journal of Economics*, jrg. 15, nr. 4, pp. 471-489.
- Christensen, L.R., Greene, W.H. (1976) "Economies of Scale in U.S. Electric Power Generation", *Journal of Political Economy*, jrg. 84, nr. 4, pp. 655-676.
- Douglas, G.W., Miller III, J.C. (1974) *Economic Regulation of Domestic Air Transport: Theory and Policy*. Washington, D.C.: Brookings Institution.
- Gillen, D.W., Oum, T.H., Tretheway, M.W. (1990) "Airline Cost Structure and Policy Implications - A Multi-Product Approach for Canadian Airlines", *Journal of Transport Economics and Policy*, jrg. 24, nr. 1, pp. 9-34.
- International Air Transport Association IATA (2013) *World Air Transport Statistics 2012 57th ed.*, Geneva.

- Jeong, J. (2005) *An Investigation of Operating Cost of Airports: Focus on the Effect of Output Scale*. Vancouver: University of British Columbia.
- Keeler, T.E. (1978) *Domestic Trunk Airline Regulation: An Economic Evaluation*. Study on Federal Regulation. Washington, D.C.: US Government Printing Office.
- Kiesling, M.K., Hansen, M. (1993) "Integrated Air Freight Cost Structure: The Case of Federal Express", *Working Paper UCTC No. 400*, Berkeley: University of California.
- Lijesen, M.G. (2010) "Measuring Competition Intensity through Cost Data", *Proceedings of the 14th Air Transport Research Society World Conference*, Porto: Air Transport Research Society.
- Martín, J.C., Nombela, G., Romero, M. (1999) "European Airline Industry: a Cost Analysis and Economic Performance Evaluation", *Selected Proceedings of the 8th World Conference on Transport Research*, vol. 1, pp. 211-223.
- Martín, J.C., Voltes-Dorta, A. (2008) "International Airports: Economies of Scale and Marginal Costs", *Journal of the Transportation Research Forum*, jrg. 47, nr. 1, pp. 5-22.
- Onghena, E. (2011) "Integrators in a changing world", in: Macário, R., Van de Voorde, E. (red.), *Critical Issues in Air Transport Economics and Business*, London: Routledge, pp. 112-132.
- Onghena, E., Meersman, H., Van de Voorde, E. (forthcoming) "The Cost Structure of the Integrated Air Freight Business: the Case of FedEx and UPS", Submitted to the 13th World Conference on Transport Research, Rio.
- Oum, T.H., Tretheway, M.W., Zhang, Y. (1990) "A Note on Capacity Utilization and Measurement of Scale Economies", *Journal of Business Economics and Statistics*, jrg. 9, nr. 1, pp. 119-123.
- Oum, T.H., Waters, W.G. (1996) "A Survey of Recent Developments in Transportation Cost Function Research", *Logistics and Transportation Review*, jrg. 32, nr. 4, pp. 423-463.
- Oum, T. H., Yu, C. (1998) "Cost Competitiveness of Major Airlines: an International Comparison", *Transportation Research: Part A (Policy and Practice)*, jrg. 32, nr. 6, pp. 407-422.
- Oum, T.H., Zhang, Y. (1991) "Utilisation of Quasi-Fixed Inputs and Estimation of Cost Functions: An Application to Airline Costs". *Journal of Transport Economics and Policy*, jrg. 25, pp. 121-134.
- Seldon, B.J., Jewell, R.T., O'Brien, D.M. (2000) "Media substitution and economies of scale in advertising". *International Journal of Industrial Organization*, jrg. 18, pp. 1153-1180.
- Urga, G., Walters, C. (2003) "Dynamic translog and linear logit models: a factor demand analysis of interfuel substitution in US industrial energy demand", *Energy Economics*, jrg. 25, nr. 1, pp. 1-21.
- White, L.J. (1979) "Economies of Scale and the Question of 'Natural Monopoly' in the Airline Industry", *Journal of Air Law and Commerce*, jrg. 44, nr. 3, pp. 545-573.
- Zondag, W.J. (2006) "Competing for Air Cargo, A Qualitative Analysis of Competitive Rivalry in the Air Cargo Industry", Master of Science Thesis, Amsterdam: Free University Amsterdam.
- Zou, B., Hansen, M. (2010) "Impact of Operational Performance on Air Carrier Cost Structure: evidence from US Airlines", *Proceedings of the 12th World Conference on Transport Research*, Lisbon: World Conference on Transport Research Society.