

Kölker, Katrin; Ehlers, Thorsten; Lütjens, Klaus

Article

Preisinduzierte Nachfrageveränderungen durchFit-for-55-Instrumente in der Luftfahrt

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Kölker, Katrin; Ehlers, Thorsten; Lütjens, Klaus (2023) : Preisinduzierte Nachfrageveränderungen durchFit-for-55-Instrumente in der Luftfahrt, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Sciendo, Warsaw, Vol. 103, Iss. 10, pp. 698-704, <https://doi.org/10.2478/wd-2023-0192>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/280063>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Katrin Kölker, Thorsten Ehlers, Klaus Lütjens

Preisinduzierte Nachfrageveränderungen durch Fit-for-55-Instrumente in der Luftfahrt

Das Fit-for-55-Maßnahmenpaket der EU bezweckt eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 55 % bis 2030, gemessen an den Emissionen von 1990. Für die Luftfahrt sind und werden verschiedene Instrumente wirksam, die neben einer Änderung der Treibstoffe auch Steuern und Gebühren enthalten. Je nach Überwälzung der so entstandenen Zusatzkosten von Fluggesellschaften auf die Passagiere, ist auch mit einer Änderung der Ticketpreise für Luftverkehrspassagiere zu rechnen, was sich auf die Höhe und Verteilung der Nachfrage auswirken kann.

Zur Bestimmung der erwarteten Nachfrageveränderungen in der Luftfahrt durch Instrumente des Fit-for-55-Pakets sind zunächst Annahmen über die Entwicklungen der Maßnahmen zu treffen. Die folgende Studie basiert auf den Ergebnissen von Ehlers et al. (2022). Zur Berechnung der erwarteten Zusatzkosten wird davon ausgegangen, dass die Maßnahmen so umgesetzt werden, wie sie derzeit in Planung sind. Enthalten ist *erstens* eine verpflichtende Beimischung von nachhaltigen Treibstoffen (Sustainable Aviation Fuel, SAF) für alle in der EU startenden Flüge zu einer festgesetzten und in Zukunft ansteigenden Quote. *Zweitens* ist mit höheren Kosten durch den europäischen Emissionshandel (European Union Emissions Trading System, EU ETS) zu rechnen, bei dem die Luftfahrzeugbetreiber Zertifikate für Emissionen von CO₂ für Flüge innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) erwerben müssen. *Drittens* werden Kosten für die Energiesteuer (European Union Energy Taxation Directive, EU ETD) für alle Flüge

innerhalb der EU erwartet. *Viertens* werden Kosten durch CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation) bei der Berechnung integriert. Diese werden pro Liter Treibstoff erhoben, der über einem Grenzwert aus dem Jahr 2019 liegt, und sind für alle internationalen Flüge innerhalb der im Programm teilnehmenden Länder fällig. Für Flüge, die von EU ETS betroffen sind, fallen keine Zusatzkosten durch CORSIA an. Für die Annahmen und die Diskussion zur Höhe der erwarteten Zusatzkosten durch die Fit-for-55-Instrumente siehe Ehlers et al. (2022).

Aufgrund der Vielfältigkeit der Instrumente ist mit einer heterogenen Änderung der Kosten und damit der Ticketpreise und der Nachfrage und Nachfrageverteilung zu rechnen. Die Kosten werden allgemein – also für alle Routen – definiert durch die globalen Entwicklungen des SAF-Preises, die Kosten für Zertifikate im EU ETS, die Höhe der Energiesteuer und die Kosten für CORSIA. Zusätzlich sind jedoch auch routenspezifische Parameter für die Höhe der einzelnen Gebühren verantwortlich. Das sind der Treibstoffverbrauch und damit die gesamte Distanz der Strecke oder einzelner Teilstrecken, die Lage des Start- und Zielflughafens und die Lage eventueller Umsteigeflughäfen (EU oder EWR, Länge der Zubringerflüge).

Die Veränderung der Kosten und Preise durch weitreichende Maßnahmen wurden nach Einführung der Einbeziehung des Luftverkehrs in den europäischen Emissionshandel 2012 von zahlreichen Studien untersucht (unter anderem Scheelhaase et al., 2016; NLR und SEO, 2021). Eine zu erwartende Preisentwicklung weiterer Instrumente des Fit-for-55-Pakets wird in Ehlers et al. (2022) erläutert. Zur Modellierung der Auswirkung von Änderungen der Kosten durch das EU ETS werden sowohl szenariobasierte Ansätze (Dray und Schäfer, 2021) als auch die Implementierung von Nachfrageelastizitäten (Scheelhaase et al., 2021) angewandt.

© Der/die Autor:in 2023. Open Access: Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht (creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de).

Open Access wird durch die ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft gefördert.

Katrin Kölker und Dr. Thorsten Ehlers sind wissenschaftliche Mitarbeitende am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) – Institut für Luftverkehr in Hamburg.

Klaus Lütjens ist Abteilungsleiter am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) – Institut für Luftverkehr in Hamburg.

Bestehende Studien zur Auswirkung des Fit-for-55-Pakets modellieren die Elastizität der Nachfrage. NLR und SEO (2022) berechnen eine Reduktion von 11,6 % der globalen Nachfrage im Vergleich zum Referenzszenario bei einer Kostenerhöhung von durchschnittlich 65 Euro für Flüge innerhalb des EWR und 105 Euro für Flüge mit Zielen außerhalb. Oxera (2022) hingegen modelliert einen Nachfragerückgang von 5 % im Jahr 2030 und 6 % 2050 für europäische Flughäfen bei einer Preissteigerung von 11 % bzw. 13 % verglichen mit einem Referenzszenario.

Elastizitäten

Die Preiselastizität der Nachfrage gibt die relative Änderung der Nachfrage bei Änderung des Preises des Gutes an. Bei Werten zwischen 0 und -1 liegt eine unelastische Nachfrage vor (geringere prozentuale Reduktion der Nachfrage als prozentualer Preisanstieg), bei Werten zwischen -1 und -2 eine elastische Nachfrage (Nachfrage reagiert stärker als die Preisveränderung). Zahlreiche Studien zur Quantifizierung der Preiselastizität der Nachfrage im Luftverkehr existieren, wobei diese in der Regel auf einzelnen geografischen und ökonomischen Ausschnitten basieren. Gillen und Morrison (2007) und Brons et al. (2001) führten Metastudien durch und konnten im Schnitt Werte zwischen -1,1 und -1,3 identifizieren, wobei je nach Distanz und Segmentierung, in z. B. Geschäfts- und Freizeitreisende, auch größere Abweichungen vorhanden sind.

Die Sensitivität der Nachfrage und damit der Wert der Elastizität variiert stark in Abhängigkeit von der geografischen Region, der Distanz, dem absoluten Ticketpreis, marktspezifischen Variablen, Konkurrenzdruck innerhalb des Marktes, der Marktsegmentierung und weiteren Faktoren. Insbesondere das Aggregationslevel der Preiserhöhung spielt hierbei eine große Rolle. Z. B. werden bei regulativen Instrumenten stets allgemeinere und weitreichendere Preiserhöhungen und damit ein höheres Aggregationslevel betrachtet. Werden die Ticketpreise aller Routen – aufgrund von z. B. neu eingeführten Steuern – erhöht, bestehen weniger attraktive Substitute für die Passagiere und die Wahrscheinlichkeit, dass ein Passagier eine andere Route oder Fluggesellschaft wählt, ist geringer. Die Nachfrage ist also weniger elastisch bzw. die Preiselastizität der Nachfrage näher an dem Wert Null.

Während die direkte Elastizität die Änderung der Nachfrage bei Preisänderung des spezifischen Gutes angibt, definiert die Kreuzpreiselastizität die Änderung der Nachfrage bei Änderung des Preises eines anderen Substitutionsgutes auf demselben Markt. Unter der aggregierten Elastizität versteht man die Veränderung der Nachfrage unter gleichzeitiger Preisänderung beider Routen. Die aggregierte Elastizität ist also eine Kopplung von direkter Elasti-

zität und Kreuzpreiselastizität. In der vorliegenden Studie zur Berechnung der Auswirkungen der Fit-for-55-Maßnahmen muss daher zwingend eine aggregierte Elastizität genutzt werden. In den oben genannten Studien zu den Auswirkungen der Fit-for-55-Instrumente werden einheitliche globale Preiselastizitäten angenommen (-0,63 in Oxera (2022) und -1,11 in Scheelhaase et al. (2021)). Zugrunde liegen diverse Quellen (European Commission, 2019; InterVISTAS, 2007; IATA, 2009; Gelhausen et al., 2019).

Discrete-Choice-Modell

Im Folgenden verstehen wir unter einem Start-Ziel-Markt (auch OD-Markt) oder kurz „Markt“ alle Verbindungen mit gleichem Start- und Zielflughafen, beispielsweise alle Verbindungen zwischen den Flughäfen Hamburg und Bangkok. Einzelne Routen innerhalb des Marktes unterscheiden sich nach anbietender Fluggesellschaft oder möglichen Umsteigeflughäfen (Route 1 über Frankfurt: HAM-FRA-BKK, Route 2 über Helsinki: HAM-HEL-BKK).

Zur Definition der Elastizität des Marktanteils einer Route wird ein Discrete-Choice-Modell genutzt. Dieses bestimmt die Wahrscheinlichkeit, dass ein Passagier aus einer Menge möglicher Routen auf einem Markt eine bestimmte Route wählt. Dabei wird die Entscheidung abhängig gemacht von den Parametern der Routen, zu denen auch der Ticketpreis gehört. Die Elastizität des Marktanteils ist also die Änderung der Wahrscheinlichkeit, dass ein Passagier eine Route auf dem Markt wählt, bei einer Änderung des Ticketpreises (Garrow, 2010). Kölker et al. (2022) berechnen eine globale Elastizität des Marktanteils von -0,2 mit geografischen Unterschieden von -0,18 bis -0,46 (vgl. Tabelle 1).

Implementierung

Mit Einführung der Maßnahmen aus dem Fit-for-55-Paket für den Luftverkehr unterscheiden sich die Preiserhöhungen für verschiedene Routen desselben Marktes, da die zahlreichen Einflussfaktoren für die Höhe der zusätzlichen Kosten stark variieren. Um diesem Effekt Rechnung zu tragen, betrachten wir für jede Route eine unterschiedliche Nachfrageveränderung. Diese Veränderung ist nicht nur abhängig von der prozentualen Änderung des Ticketpreises Δp_r auf der betrachteten Route (direkte Elastizität), sondern auch von der Änderung des Preises aller anderen Substitutionsrouten Δp_s (Kreuzpreiselastizität).

Ausreichend detaillierte Studien zu den Berechnungen für Kreuzpreiselastizitäten sind nicht bekannt. Daher wird im folgenden Modell unterschieden zwischen Passagieren, die aufgrund der Preiserhöhung gar nicht fliegen („Kein Flug“) und Passagieren, die aufgrund der Preiserhöhung eine andere Route innerhalb desselben Marktes wählen

Tabelle 1

Elastizitäten der Marktanteile

η_{KeinFlug} (Basiswert, globale Ebene)	η_{Direkt} (Basiswert, Marktebene)	Multiplikator Kurzstrecke	Multiplikator geografisch				Elastizität Marktanteil
-0,6	-1,4	1,1	0,6 bis 1,4				-0,18 bis -0,48
	Global	Europa	Asien	Nordamerika	Asien ↔ Nordamerika	Asien ↔ Europa	Europa ↔ Nordamerika
Multiplikator (geografisch)	1,00	1,4	0,95	1,00	0,6	0,9	1,2
Elastizität Marktanteil	-0,19	-0,19	-0,18	-0,25	-0,35	-0,28	-0,29
	Europa ↔ Afrika	Europa ↔ Karibik	Europa ↔ Mittlerer Osten	Europa ↔ Ozeanien	Europa ↔ Südamerika	Europa ↔ Zentralamerika	
Elastizität Marktanteil	-0,30	-0,31	-0,30	-0,41	-0,47	-0,48	

Quelle: Annahme über Elastizitätswerte, η Werte geben Basiswerte an, Multiplikatoren werden mit den Basiswerten multipliziert (InterVISTAS, 2007), Elastizitäten des Marktanteils hinzugerechnet (Kölker et. al., 2022).

(„Nachfrageverlagerung“ durch „Spill and Recapture“). Beide Änderungen zusammengenommen ergeben die routenspezifische Nachfrageveränderung.

Zunächst wird die Sensitivität der Nachfrageverlagerung modelliert. Diese entspricht der Bereitschaft des Passagiers, innerhalb des Marktes eine andere Route zu wählen. Ausgehend von der verbliebenen Zahl der Passagiere, wird im zweiten Schritt die Zahl der Passagiere, die nicht fliegen, berechnet. Dafür wird die aggregierte Elastizität herangezogen, die bei einer globalen Preiserhöhung anfällt. Hier wird ein Basiswert von -0,6 angenommen, wobei geografische und distanzspezifische Multiplikatoren (vgl. Tabelle 1) diesen Wert variieren und damit je nach Route Werte zwischen -0,36 und -0,84 annehmen (InterVISTAS, 2007). Zur Berechnung der Elastizität der Nachfrageverlagerung müssen die Elastizitäten der Marktanteile zu den Elastizitäten auf Marktebene addiert werden (Oum et al., 1992). Als Annahme wird dazu die Elastizität auf Marktebene ausgehend vom Basiswert von -1,4 um die Elastizität der nichtfliegenden Passagiere verringert, dann mit den jeweiligen geografischen Multiplikatoren (InterVISTAS, 2007) angepasst und die Elastizität des Marktanteils addiert. Für die Elastizität der reinen Nachfrageverlagerung werden demnach je nach Route Werte zwischen -0,82 und -1,31 angenommen. Für die Route Hamburg-Bangkok ergibt sich beispielsweise folgender Wert:

$$\eta_{\text{Verlagerung}} = (-1,4 - (-0,6)) \cdot 0,9 - 0,28 = -1,0$$

Zur Berechnung der Änderung der zukünftigen Nachfrage nach Änderung des Ticketpreises durch die Instrumente des Fit-for-55-Paketes werden die prognostizierten Passagierzahlen d_r für jede Route r sowie die zu erwartenden prozentualen Änderungen des Ticketpreises Δp_r aus Ehlers et al. (2022) zugrunde gelegt. Die absolute Änderung der Nachfrage \hat{d}_r ergibt sich für eine Route r aus:

$$\hat{d}_r = \eta_{\text{KeinFlug}} \cdot \Delta p_r \cdot d_r + \eta_{\text{Verlagerung}} \cdot \Delta p_r \cdot d_r - \eta_{\text{Verlagerung}} \cdot \sum_{s \neq r} \frac{d_r}{d_t} \Delta p_s d_s$$

Dieser teilt sich auf in die Passagiere, die gar nicht fliegen (erster Term), die „Spill“-Passagiere, die zu anderen Routen wechseln (zweiter Term der Gleichung), und die „Recapture“-Passagiere, die von anderen Routen s zur Route r wechseln, gewichtet nach der Größe der Zielroute (dritter Term).

Modelldiskussion

Annahme Treibstoffpreise und Entwicklung: Diese Studie basiert auf den Annahmen aus Ehlers et al. (2022) über die zu erwartenden Preissteigerungen. Diese hängen von mehreren Faktoren ab: Sowohl die Preisentwicklung bei herkömmlichem Kerosin als auch bei nachhaltigen Treibstoffen können von den prognostizierten Werten abweichen, ebenso die Preise des europäischen Emissionshandels. So lag z.B. 2022 die Preisdifferenz zwischen SAF und herkömmlichem Kerosin in Europa zwischen 1.500 US-\$ und 2.000 US-\$ und damit im Mittel leicht über dem von uns für 2030 angenommenen Niveau (Colover, 2022). Die genaue Ausgestaltung der im Fit-for-55-Paket vorgesehenen Maßnahmen ist noch nicht final festgelegt und kann die Preisentwicklung weiter beeinflussen. Zudem variieren die Treibstoffverbräuche pro Passagierkilometer stark zwischen den Airlines und hängen von Faktoren, wie der Auslastung, Fluglänge, Sitzklasse, Effizienz des verwendeten Flugzeugs oder der Menge an zusätzlich transportierter Luftfracht, ab.

Weitergabe der Kosten: Im vorliegenden Modell wird von einer vollen Überwälzung der Zusatzkosten auf den Passagier ausgegangen. Aufgrund des sehr komplexen und dynamischen Systems des Revenue Management einer Fluggesellschaft ist davon auszugehen, dass dies auch in der Praxis für einige Fluggesellschaften der Fall sein kann.

Hin- und Rückflug sowie asymmetrische Reisewege: Es wird im Modell davon ausgegangen, dass ein Passagier immer einen Hin- und Rückweg gleichzeitig bucht bzw. bereist. Da die Zusatzkosten für die Strecken unterschiedlich sind, werden also die Preiserhöhungen für beide Wege betrachtet und auf den gesamten Ticketpreis angerechnet. Hierbei wird davon ausgegangen, dass ein Passagier die gleiche Route für beide Richtungen wählt.

Annahme der Elastizitätswerte: Zur Berechnung der Elastizität für Passagiere, die sich bei einer Preiserhöhung durch Fit-for-55-Instrumente entscheiden, nicht zu fliegen, wird ein Basiswert von 0,6 aus der Studie von InterVISTAS (2007) angenommen. Für die Erstellung eines Szenarios ist dies ausreichend, jedoch sei angemerkt, dass der Wert mangels Verfügbarkeit aktuellerer Daten überholt sein kann. Weiterhin werden in der InterVISTAS-Studie höhere Elastizitäten aus weiteren Modellen berechnet, die aufgrund mangelnder Signifikanz nicht zur Annahme einer globalen Elastizität dienen. Zudem wurden die hier verwendeten Elastizitäten empirisch über einen weiten Preisbereich und alle Passagiersegmente hinweg erhoben und stellen daher Durchschnittswerte dar. Streng genommen beziehen sich Elastizitätswerte jedoch auf einen Punkt der Nachfragekurve.

Discrete-Choice-Modell: Zur Berechnung der Elastizität des Marktanteils wird ein Discrete-Choice-Modell genutzt. Aufgrund der Komplexität der Daten wird mit einem Multinomial Logit Model (MNL) gerechnet, bei der die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Passagier für eine bestimmte Route entscheidet, unabhängig von anderen Alternativen ist (Independence of Irrelevant Alternatives). Diese Eigenschaft kann ein Unterschätzen der Elastizität zur Folge haben, da die Attraktivität möglicher neuer Routen aus Sicht der Passagiere unterschätzt wird. Aufgrund der Statik der Netzwerke der Fluggesellschaften ist dieser Effekt in der vorliegenden Studie jedoch weniger gewichtig.

Attraktivität und Konkurrenz der Routen untereinander: Die Passagiere, die aufgrund einer Ticketpreiserhöhung eine andere Route wählen (Spill-Passagiere), werden im vorliegenden Modell nach der Größe der Zielrouten auf die anderen Routen verteilt. Das hat den Effekt, dass Routen, die von vornherein mehr Passagiere haben, auch mehr Passagiere aufnehmen (Recapture-Passagiere). Es bildet damit die Tatsache ab, dass solche Routen per se attraktiver sind, ohne die Attraktivität direkt zu messen. Hierbei wird aber der Aspekt vernachlässigt, dass es Routen gibt, die eher gegeneinander substituiert werden können, z. B. wenn diese Routen von Fluggesellschaften angeboten werden, die am gleichen Vielfliegerprogramm teilnehmen. Aufgrund der Komplexität der Studie und der globalen Modellierung war dies nicht möglich.

Substitute in anderen Märkten, Flughafenwahl: In der Realität ist es durchaus der Fall, dass Passagiere den Markt oder Flughafen wechseln, d. h., dass Passagiere einen anderen Startflughafen und/oder einen anderen Zielflughafen eventuell sogar in einem anderen Land wählen. Insbesondere bei den flexibleren touristischen Reisen ist das der Fall. Im vorliegenden Modell wird davon ausgegangen, dass der Markt ein geschlossenes System ist, da eine anderweitige ausreichende Modellierung auf dem Aggregationslevel der vorliegenden Studie nicht durchführbar und auch nicht notwendig ist, da hier in erster Linie die Nachfrageveränderung innerhalb des Marktes analysiert wird.

Kapazität: Weiterhin werden keine Kapazitätsbeschränkungen von Flughäfen und Flugzeugen beachtet. Es wird davon ausgegangen, dass die Kapazität ausreichend ist, um Passagiere von anderen Routen aufzunehmen bzw. dass die Fluggesellschaft durch Änderung des Angebots die Möglichkeit schaffen kann, diese Passagiere zusätzlich zu transportieren. Dementsprechend werden auch keine Netzwerkeffekte innerhalb des Netzes einer Fluggesellschaft betrachtet, da diese lokal und nach Fluggesellschaft stark variieren.

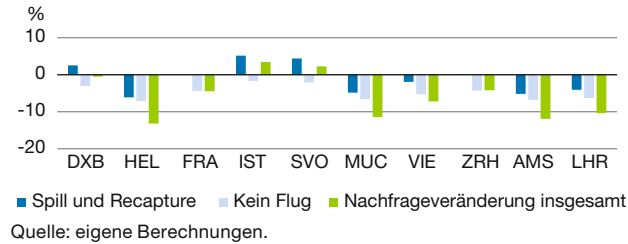
Ergebnisse

Für die Darstellung ausgewählter Ergebnisse der Studie werden Passagierzahlen für alle Flüge mit mindestens einem Stopp in Europa in einem Basisszenario für die Jahre 2025 bis 2050 einem Szenario mit erhöhten Preisen und damit geänderter Nachfrage durch Instrumente des Fit-for-55-Pakets gegenübergestellt. Im Basisszenario wird von einem jährlichen Passagierwachstum von 2,9 % ausgegangen, was annähernd den Wachstumsraten des Post-COVID-19-Forecasts-Szenarios der ICAO (2021) entspricht. Im Fit-for-55-Szenario wird das Wachstum der Nachfrage durch die Zusatzkosten gedämpft, wobei dennoch weiterhin ein Anstieg der absoluten Passagierzahlen nachgewiesen werden kann. Zur Vereinfachung werden nur die Vergleiche mit einem Basisszenario desselben Jahres durchgeführt. Im Durchschnitt über das gesamte Szenario ergibt sich eine aggregierte Nachfrageelastizität für die Fit-for-55-Maßnahmen von -0,61.

Nachfrageveränderung für einen lokal begrenzten Passagierstrom

Abbildung 1 visualisiert die Auswirkungen der Nachfrageveränderung am Beispiel des Marktes Hamburg-Bangkok im Jahr 2035. Die Preiserhöhungen liegen hierbei zwischen 3,0 % für die Route über Istanbul (IST) und 14,0 % für die Route über Helsinki (HEL). Die höchste prozentuale Nachfrageveränderung im Vergleich zum Basisszenario ist innerhalb dieses Marktes ebenfalls auf der Route mit

Abbildung 1
Nachfrageveränderung für verschiedene Routen am Beispiel des Marktes HAM-BKK



Umstieg in Helsinki zu verzeichnen. Bei der Preiserhöhung von 14,0 % wird mit einem Rückgang von 13,7 % gerechnet, wobei hiervon 6,1 % der Passagiere auf andere Routen ausweichen und der Rest nicht fliegt. Routen mit Umstieg in München (MUC), Frankfurt (FRA) und Dubai (DXB) weisen einen geringeren prozentualen Rückgang auf. Wie schon in der Modellbeschreibung genannt, ist dies auf die unterschiedlichen Charakteristika der Routen zurückzuführen. Der innereuropäische Anteil der Flugverbindung und damit die Preissteigerung sind bei einem Umstieg in Helsinki höher als bei anderen Routen, sodass in Dubai mit 5,4 % oder in Frankfurt und München mit 8,2 % und 12,9 % weniger Preissteigerung zu erwarten ist. Der absolute Ticketpreis für die Route über Helsinki ist ebenfalls geringer, weshalb der relative Preisanstieg höher ist.

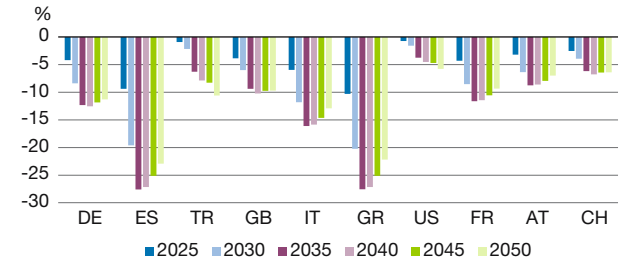
Ein Wachstum der Nachfrage ist für die Routen über Istanbul (3,5 %) und Moskau (SVO, 2,3 %) ersichtlich, wobei hier durch nicht fliegende Passagiere ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist.¹ Dieser Rückgang wird jedoch durch Passagiere, die von anderen teureren Routen wechseln, überkompensiert. Auf den Routen über Dubai, Frankfurt und der eher selten geflogenen Route über Zürich (ZRH) ist ebenfalls mit einer Nachfrageverlagerung durch wechselnde Passagiere zu rechnen. Im Gegensatz zu Moskau und Istanbul ist die Preiserhöhung für die Routen aber so hoch, dass die Passagiere, die nicht fliegen, den Effekt aufheben.

Passagierströme zwischen Deutschland und dem Ausland

Abbildung 2 zeigt die Veränderung der Nachfrage für alle Routen ab und nach Deutschland, aufgeteilt nach den verschiedenen Start- und Zielländern. Auch hier gilt, dass die absoluten Passagierzahlen bis 2050 für alle Routen deutlich wachsen werden, was durch die exogen angenommene Wachstumsrate bedingt ist. Die Fit-for-55-Maßnahmen führen aber im Vergleich zum Basisszenario zu einer negativen Nachfrageveränderung.

¹ Die vorliegende Studie beruht auf Daten und Strukturen des Jahres 2019 und kann demnach keine jüngeren Entwicklungen berücksichtigen.

Abbildung 2
Unterschiede in der Passagiernachfrage¹ für die zehn größten Passagierflüsse ab/nach Deutschland



¹ Im Vergleich des Basisszenarios mit dem Szenario mit Fit-for-55-Maßnahmen.

Quelle: eigene Berechnungen.

Wie auch für die Ticketpreise (Ehlers et al., 2022) ist die höchste relative Veränderung der Nachfrage für Routen mit Start oder Ziel in Spanien und Griechenland zu erwarten. In den absoluten Passagierzahlen ist aufgrund des großen Passagierflusses der Unterschied im Vergleich zum Szenario ohne Fit-for-55-Maßnahmen für innerdeutsche Routen am größten. Bei internationalen Verbindungen verzeichnen Routen mit Ziel in Spanien den größten absoluten Unterschied in der Nachfrage im Vergleich der Szenarien. Für die Routen mit Start und Ziel in den USA wird bis 2050 die Nachfrage aufgrund des zusätzlichen Einflusses durch CORSIA weniger stark ansteigen – wohingegen bei den europäischen Ländern mit einem Rückgang des Einflusses der Fit-for-55-Maßnahmen ab 2035 und 2040 aufgrund eines zu erwartenden geringeren Preises von nachhaltigem Flugtreibstoff zu rechnen ist.

Ergebnisse differenziert nach Fluggesellschaften

Zur Analyse der Unterschiede der Nachfrage der beiden Szenarien aggregiert nach verschiedenen Fluggesellschaften ist auf die unzureichende Vergleichbarkeit der Fluggesellschaften in diesem Ansatz hinzuweisen. Aufgrund unterschiedlicher Geschäftsmodelle unterscheiden sich die Netzwerk- und Preisstrukturen zum Teil stark, wodurch die Fluggesellschaften neben unterschiedlichen Streckenlängen auch variierende Kostenstrukturen, Ticketpreisniveaus, Preisgestaltungen und Revenue-Management-Systeme sowie unterschiedliche Flexibilität im operativen Bereich aufweisen. So wird z. B. eine Fluggesellschaft mit einem hohen Anteil innereuropäischer Flüge relativ und durchschnittlich betrachtet höher mit den Kosten der Fit-for-55-Maßnahmen belastet als eine Fluggesellschaft mit Langstreckenflügen, für die nur auf dem Zubringerflug Kosten durch EU ETS und EU ETD anfallen. Diese systemischen Unterschiede bewirken letztendlich unterschiedlich hohe relative Ticketpreisänderungen und damit auch Nachfrageveränderungen als Reaktion auf die Zusatzkosten.

Desgleichen operieren die Fluggesellschaften auf verschiedenen Märkten mit stark variierenden durchschnittlichen Preisniveaus, wodurch eine unterschiedlich hohe Nachfrageabwanderung zu anderen Routen stattfindet. Es werden nur Flüge betrachtet, die in Europa starten, landen oder einen Umstieg in Europa haben. Es können also nur die Veränderungen für einen variierenden Anteil der Flüge einer Fluggesellschaft aufgezeigt werden. Ferner sind die unterschiedlich flexiblen Reaktionen der Fluggesellschaften nicht abgebildet. So sind die Punkt-zu-Punkt-Netzwerke von Low-Cost-Carriern flexibler, weswegen diese schneller auf Änderungen reagieren und damit einen Teil der Nachfrageverluste kompensieren können. Dieser Aspekt ist im Modell aufgrund der Definition der statischen Szenarien nicht abbildbar. Low-Cost-Carrier bedienen vor allem die Märkte, auf denen viele Freizeitreisende mit einer elastischeren Nachfrage fliegen. Hier könnte eine Preisänderung größere Auswirkungen haben als auf Märkten mit vielen Geschäftsreisenden. Im vorliegenden Modell kann aber nur eine durchschnittliche Elastizität über alle Reisenden modelliert werden.

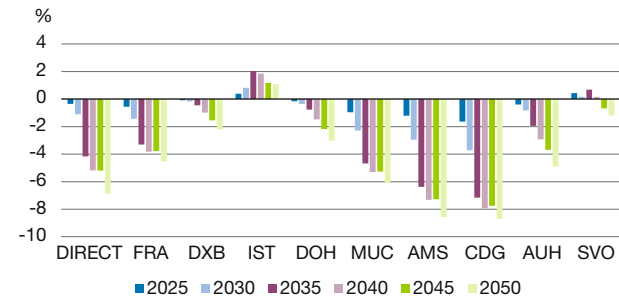
Unter den genannten Einschränkungen lässt sich für Ryanair im Fit-for-55-Szenario 27 % weniger Nachfrage als im Basisszenario ableiten. Da die Fluggesellschaft vorwiegend inhereuropäische Flüge betreibt, fallen auf allen Flügen durchschnittlich höhere Zusatzkosten an. Weiterhin hat Ryanair ein vergleichsweise niedriges Preisniveau, weswegen in dem Modell basierend auf den genannten Annahmen der relative Anteil der Zusatzkosten höher ist und damit auch die relative Nachfrageveränderung basierend auf Elastizitäten. Die Nachfrage für Lufthansa ist im Fit-for-55-Szenario um 4 % geringer als im Basisszenario. Die im Vergleich zu Ryanair kleinere Nachfrageveränderung ist bedingt durch den höheren Anteil von Langstreckenflügen sowie dem allgemein höheren Preisniveau. Weiterhin weisen die von Lufthansa bedienten Märkte eine homogenere Preisgestaltung auf, weshalb weniger reine Nachfrageverlagerung bei gleichartiger Ticketpreiserhöhung aller Routen stattfindet.

Ergebnisse differenziert nach Umsteigeflughäfen

Eine bessere Vergleichbarkeit ist für einen lokal begrenzten Passagierstrom gegeben. Im Folgenden zeigen wir die Nachfrageveränderung zwischen den beiden Szenarien anhand der Passagierrouen zwischen Deutschland und Asien sowie Afrika aufgeteilt nach den Umsteigeflughäfen auf. Die Flughäfen sind hierbei nach der Zahl der absoluten Passagiere sortiert (vgl. Abbildung 3).

Naturgemäß unterliegen die direkten Flüge höheren Zusatzkosten, da für Routen mit Umstiegen der Anschlussflug je nach Lage des Umsteigeflughafens innerhalb oder

Abbildung 3
Auswirkung auf Umsteigeflughäfen für den Verkehr zwischen Deutschland und Asien bzw. Afrika



Quelle: eigene Berechnungen.

außerhalb der EU weniger mit zusätzlichen Kosten belastet wird. Im Jahr 2050 weisen die Flughäfen Frankfurt und München 4,5 % bzw. 6,1 % weniger Umsteiger als im Basisszenario auf. Es fällt auf, dass für diesen Datenausschnitt die Nachfrageveränderung für andere europäische Umsteigeflughäfen deutlich höher ist. Das ist darin begründet, dass die Zubringer zu anderen europäischen Flughäfen für Passagiere aus Deutschland länger und damit auch teurer sind. Im gesamten europäischen Vergleich wird dieser Effekt ausgeglichen.

Weiterhin ist für den Umsteigeverkehr in Dubai (DXB), Doha (DOH) und Abu Dhabi (AUH) eine Nachfrageveränderung von -2,2 %, -3,0 % bzw. -4,9 % im Vergleich der beiden Szenarien erkennbar. Obwohl diese Routen eine Steigerung der Nachfrage durch Verlagerung von anderen Routen mit höheren Zusatzkosten derselben Märkte aufweisen, wird dieser positive Effekt durch einen Rückgang in der Nachfrage aufgrund ebenfalls gestiegener Ticketpreise aufgehoben. Eine insgesamt positive Nachfrageveränderung von 1,1 % ist lediglich für den Umsteigeverkehr in Istanbul zu erkennen, weil dort der zusatzkostenbedingte Nachfragerückgang für über Istanbul reisende Passagiere durch die Nachfrageverlagerung von anderen Flughäfen überkompensiert wird. Für Istanbul sind im Vergleich zu den arabischen Flughäfen die Zusatzkosten für den Umsteigeverkehr geringer, da die Zubringer kürzer sind. Im Ergebnis ist dennoch für alle Flughäfen ein deutliches Passagierwachstum bis 2050 erkennbar.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Modell wurden zur Ableitung der Nachfrageveränderung durch Instrumente aus dem Fit-for-55-Maßnahmenpaket zwei Szenarien verglichen. Im Basisszenario wird von einem durchschnittlichen Passagierwachstum von jährlich 2,9 % ausgegangen. Demgegenüber werden im Fit-for-55-Szenario die Ticketpreise um die Zusatzkosten der jeweils anwendbaren Instrumente erhöht, wodurch

das durchschnittliche jährliche Passagierwachstum in dem betrachteten Szenario auf 2,4 % gedämpft wird (für inner-europäische Märkte 2,1 %). Dieses Ergebnis wird dadurch bestimmt, dass die relativen Änderungen der Nachfrage, aufgrund von Preiserhöhungen für alle Routen desselben Marktes, durchschnittlich kleiner sind als die relativen Ticketpreiserhöhungen und einer durchschnittlichen aggregierten Elastizität von -0,61 entsprechen.

Aufgrund der Menge der betroffenen Flüge und Passagiere müssen zur Ableitung der Berechnung der Nachfrageveränderung folgende Annahmen getroffen werden: Es wird aufgrund fehlender Daten für alle Märkte eine symmetrische Kreuzpreiselastizität definiert. Weiterhin wird mit den gleichen durchschnittlichen Elastizitäten für alle Passagiere gerechnet. Es wird also keine Unterscheidung zwischen Freizeit- und Geschäftsreisenden vorgenommen. Auch unterschiedliche Kostenstrukturen und strukturelle Anpassungsmöglichkeiten verschiedener Fluggesellschaften werden nicht berücksichtigt. Differenzierte Analysen sind nur bei lokal begrenzten Passagierströmen sinnvoll, da nur hier eine entsprechende Vergleichbarkeit auf denselben Märkten gewährleistet ist. Am Beispiel des Passagierstroms Hamburg-Bangkok wurde gezeigt, wie im Vergleich der Szenarien die Nachfrage zwischen verschiedenen Routings verlagert wird, wenn diese unterschiedlich mit Zusatzkosten belastet werden. Dies begünstigt Hubs im Nahen Osten gegenüber innereuropäischen Umsteigeflughäfen.

Abschließend sei hervorgehoben, dass es sich bei dieser Studie um eine Szenariobetrachtung und keine Luftverkehrsprognose handelt. Die modellexogene Wachstumsrate des Luftverkehrs im Basisszenario ist angelehnt an bestehende Prognosen wie z. B. der ICAO und des DLR.

Literatur

Brons, M., E. Pels, P. Nijkamp und P. Rietveld (2001), Price Elasticities of Demand for Passenger Air Travel: A Meta- Analysis, *Journal*

- of Air Transport Management*, 8(3), 165-175, DOI: 10.1016/S0969-6997(01)00050-3.
- Colover, D. (2022), Fuel Cost & Hedging: Jet Fuel Price Dynamics, Platts, S&P Global Commodity Insights, <https://www.iata.org/contentassets/75336281f63e4967ac36c9c935f2e473/wfs-2022----shaping-finance-track.pdf> (11. August 2023).
- Dray, L. und A. W. Schäfer (2021), Initial Long-Term Scenarios for COVID-19's Impact on Aviation and Implications for Climate Policy, *Transportation Research Record*, 1-15, DOI: 10.1177/03611981211045067.
- Ehlers, T., K. Kölker und K. Lütjens (2022), Auswirkungen der Fit-for-55-Instrumente auf die Preise in der Luftfahrt, *Wirtschaftsdienst*, 102(10), 801-807, <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2022/heft/10/beitrag/auswirkungen-der-fit-for-55-instrumente-auf-die-preise-in-der-luftfahrt.html> (2. Oktober 2023).
- European Commission (2019), Taxes in the Field of Aviation and their impact – Final report.
- Garrow, L. A. (2010), Discrete choice modelling and air travel demand, Theory and applications, Ashgate.
- Gelhausen, M., Berster, P. und Wilken, D. (2019), *Airport Capacity Constraints And Strategies For Mitigation – A Global Perspective*, Academic Press.
- Gillen, D. und W. Morrison (2007), Air Travel Demand Elasticities: Concepts Issues and Measurement, in D. Lee (Hrsg.), *Advances in Airline Economics*, Bd. 2, The Economics of Airline Institutions, Operations and Marketing, Elsevier.
- IATA (2009), *IATA Economics Briefing*, 9: AIR TRAVEL DEMAND.
- ICAO (2021), Post-COVID-19 Forecasts Scenarios, <https://www.icao.int/sustainability/Pages/Post-Covid-Forecasts-Scenarios.aspx> (11. August 2023).
- InterVISTAS (2007), Estimating Air Travel Demand Elasticities.
- Kölker, K., K. Lütjens und V. Gollnick (2022), Analyzing global passenger flows based on choice modeling in the air transportation system, 25th Air Transport Research Society World Conference (ATRS 2022).
- NLR und SEO (2021), Destination 2050 – A route to net zero European aviation, https://www.destination2050.eu/wp-content/uploads/2021/03/Destination2050_Report.pdf (11. August 2023).
- NLR und SEO (2022), Aviation Fit For 55 – Ticket Prices, Demand and Carbon Leakage, <https://www.seo.nl/wp-content/uploads/2022/03/2022-16-Aviation-fit-for-55.pdf> (29. November 2023).
- Oum, T. H., W. G. Waters II und J. S. Yong (1992), Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates: An Interpretative Survey, *Journal of Transport Economics and Policy*, 26(2), 139-154.
- Oxera (2022), Assessment of the impact of the Fit for 55 policies on airports, Prepared for ACI EUROPE.
- Scheelhaase, J., W. Grimme, H. Pabst, M. Jung und J. Bechtold (2016), Klimaschutz im Luftverkehr – Wie geht es weiter?, *Wirtschaftsdienst*, 96(11), 833-841, <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2016/heft/11/beitrag/klimaschutz-im-luftverkehr-wie-geht-es-weiter-optionen-zur-zukunfts-gestaltung-des-eu-emissionsh.html> (2. Oktober 2023).
- Scheelhaase, J., M. Gelhausen und S. Maertens (2021), How would ambitious CO₂ prices affect air transport?, *Transportation Research Proceedings*, 52, 428-436, DOI: 10.1016/j.trpro.2021.01.050.

Title: Price-Induced Demand Changes through “Fit for 55” Instruments in Aviation

Abstract: The European Union’s “Fit for 55” package of measures aims to reduce CO₂ emissions by 55% by the year 2030 compared to 1990 emissions levels. Various instruments are being implemented and planned for aviation, including changes to fuels, as well as taxes and fees. Depending on the extent to which airlines pass on the additional costs to passengers, there may be changes in air travel ticket prices. This study explores the potential impacts of ticket price adjustments on the level and distribution of demand.