

Scheelhaase, Janina; Grimme, Wolfgang; Pabst, Holger; Jung, Martin; Bechthold, Jan

Article

Klimaschutz im Luftverkehr: Wie geht es weiter? Optionen zur zukünftigen Gestaltung des EU-Emissionshandels

Wirtschaftsdienst

Suggested Citation: Scheelhaase, Janina; Grimme, Wolfgang; Pabst, Holger; Jung, Martin; Bechthold, Jan (2016) : Klimaschutz im Luftverkehr: Wie geht es weiter? Optionen zur zukünftigen Gestaltung des EU-Emissionshandels, Wirtschaftsdienst, ISSN 1613-978X, Springer, Heidelberg, Vol. 96, Iss. 11, pp. 833-841,
<https://doi.org/10.1007/s10273-016-2058-1>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/191128>

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.

Janina Scheelhaase, Wolfgang Grimme, Holger Pabst, Martin Jung, Jan Bechtold

Klimaschutz im Luftverkehr: Wie geht es weiter?

Optionen zur zukünftigen Gestaltung des EU-Emissionshandels

Der Luftverkehr trägt auf niedrigem Niveau, aber mit steigender Tendenz zur anthropogenen Klimaerwärmung bei. Seit 2012 unterliegen die CO₂-Emissionen des internationalen Luftverkehrs in Europa dem EU-Emissionshandel – allerdings bis Ende 2016 in regional erheblich eingeschränktem Umfang. Ab 2020 soll eine „marktbasierte Maßnahme“ zur Begrenzung der CO₂-Emissionen des internationalen Luftverkehrs auf globaler Ebene eingeführt werden. Um das zurzeit geltende System weiterzuentwickeln hat die EU-Kommission unterschiedliche Ausgestaltungsoptionen, die im Hinblick auf die damit verbundenen emissionsbezogenen und ökonomischen Effekte analysiert werden.

Der Luftverkehr trägt zurzeit etwa zu 3% bis 5% zur gesamten anthropogenen Erwärmung bei, je nachdem, welche klimarelevanten Substanzen betrachtet werden – und dies mit steigender Tendenz.¹ Flüge von, nach und innerhalb der EU machen etwa ein Drittel des Klimabeitrags des zivilen globalen Luftverkehrs aus.² Seit 2012 ist der internationale Luftverkehr in den EU-Emissionshandel zur Begrenzung der CO₂-Emissionen einbezogen. Gemäß den Richtlinien 2008/101/EC und 2009/29/EC unterliegen die CO₂-Emissionen aller Flüge von, nach und innerhalb der sogenannten EWR-Staaten (der Europäische Wirtschaftsraum umfasst die EU plus Norwegen, Island und Liechtenstein) – mit einer Reihe von Ausnahmen – der Emissionshandelspflicht.³ Für die prognostischen Betrachtungen wurde angenommen, dass Großbritannien entweder Mitglied der EU oder des EWR sein wird. Entsprechend fallen sowohl Flüge von europäischen Fluggesellschaften als auch von Drittstaaten, wie z.B. den USA oder China, unter den Emissionshandel, wenn sie von einem EWR-Flughafen starten oder dort landen. Der Geltungsbereich des EU-Emissionshandels wurde jedoch nachträglich von 2013 bis 2016 temporär eingeschränkt.

In diesem Zeitraum unterliegen im Wesentlichen nur Flüge innerhalb des EWR der Emissionshandelspflicht. Dieser sogenannter „Reduced Scope“-Geltungsbereich ist in Verordnung 421/2014/EU festgelegt. Die Verordnung 421/2014/EU basiert auf der „Stop the Clock“-Entscheidung aus dem Jahr 2013, die mit den positiven Entwicklungen auf der Ebene der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) begründet wurde.⁴

Die ICAO ist die UN-Organisation für den zivilen Luftverkehr und damit das weltweit höchste politische Entscheidungsgremium für diesen Verkehrsträger. Im Herbst 2013

4 Vgl. Commission of the European Union: Commission proposes to „stop the clock“ on international aviation in the EU ETS pending 2013 ICAO General Assembly, 12.11.2012, http://ec.europa.eu/clima/news/articles/news_2012111202_en.htm (31.3.2016).

- 1 Vgl. D. S. Lee et al.: Aviation and global climate change in the 21st century, in: Atmospheric Environment, 43. Jg. (2009), Nr. 22-23, S. 3520-3537.
- 2 Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt: Emissionshandel im Luftverkehr – Factsheet, Stand April 2015, http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/Factsheet_LV.pdf?__blob=publicationFile (31.3.2016).
- 3 Vgl. Council of the European Union: Directive 2008/101/EC of the European Parliament and the Council of 19 November 2008 amending Directive 2003/87/EC so as to include aviation activities in the scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, Official Journal of the European Union, L 8/3, Brüssel, 13.1.2009; Directive 2009/29/EC of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC so as to improve and extend the greenhouse gas emission allowance trading system of the Community, Official Journal of the European Union, Brüssel, 5.6.2009.

Dr. Janina Scheelhaase leitet die Luftverkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln.

Wolfgang Grimme, Dipl.-Kaufmann, **Holger Pabst**, Dipl.-Informatiker, und **Martin Jung**, M. Sc., sind wissenschaftliche Mitarbeiter am Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr des DLR in Köln.

Jan Bechtold, B. Eng. IT, studiert an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

wurde im Rahmen der 38. ICAO-Generalversammlung beschlossen, eine globale marktbasierte Maßnahme (GMBM) zur Begrenzung der CO₂-Emissionen des Luftverkehrs zu entwickeln. Dieses Ziel soll bis zum Herbst 2016 umgesetzt werden, so dass das Klimaschutzinstrument 2020 in Kraft treten kann.⁵ Seit Ende 2013 laufen die entsprechenden Verhandlungen in den ICAO-Arbeitsgruppen. Dass dort der Durchbruch gelingt, wird zwar allgemein erhofft, ist jedoch mit Blick auf die Verhandlungsergebnisse in den letzten Jahrzehnten vorsichtig zu beurteilen. Sollte kein ambitioniertes Ergebnis bei der ICAO Assembly im Herbst 2016 zustande kommen, will die EU den Geltungsbereich des EU-Emissionshandels für den Luftverkehr wieder ausweiten.⁶ Aber auch bei einem Erfolg auf ICAO-Ebene muss die derzeit geltende EU-Emissionshandelsrichtlinie für den Luftverkehr im Hinblick auf die globale marktbasierte Maßnahme weiterentwickelt werden.

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage: Wie geht es mit dem EU-Emissionshandelssystem (EU-ETS) für den Luftverkehr weiter? Welche Optionen hat die EU-Kommission zur Weiterentwicklung des zurzeit geltenden Systems? Welche ökologischen und ökonomischen Effekte wären hiermit verbunden? Das Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat im Auftrag des Umweltbundesamtes verschiedene alternative Anwendungsbereiche des EU-Emissionshandels für den Luftverkehr im Hinblick auf die damit verbundenen emissionsbezogenen und ökonomischen Effekte (Kosten, Wettbewerb) untersucht. Die wesentlichen Ergebnisse dieser Untersuchung werden hier vorgestellt und auf dieser Basis Empfehlungen an die Politik formuliert.

Untersuchte Optionen zum Geltungsbereich des EU-Emissionshandelssystems für den Luftverkehr

Ziele der Untersuchung sind die Analyse und Bewertung von verschiedenen Optionen zum Geltungsbereich des EU-ETS im Anschluss an die bis zum 31. Dezember 2016 geltende geografische Abgrenzung des „Reduced Scope“. Insgesamt wurden sieben Ausgestaltungsoptionen und Ausnahmeregelungen im Hinblick auf ihre ökologischen und ökonomischen Effekte untersucht:

1. Emissionen des Gesamtverkehrs von/nach EWR („Full Scope“ gemäß Richtlinien 2008/101/EC und 2009/29/EC),⁷

2. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs + 50% der Emissionen von Extra-EWR-Flügen, ohne zusätzliche Ausnahmeregelungen (Intra-EWR + 50% Extra-EWR),
3. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs + 50% der Emissionen von Extra-EWR-Flügen, sofern nach der Hälfte der Flugstrecke noch kein Drittstaat erreicht ist. Sollte ein Drittstaat erreicht sein, werden die Emissionen an der Grenze zum Drittstaat gekappt. Emissionen im internationalen Luftraum werden in das ETS einbezogen. (Intra-EWR + 50% Extra-EWR ohne Drittstaaten),
4. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs + 50% der Emissionen von Extra-EWR-Flügen, sofern nach der Hälfte der Flugstrecke noch kein Drittstaat oder internationaler Luftraum erreicht ist. Sollte vorher ein Drittstaat oder internationaler Luftraum erreicht sein, werden die Emissionen an der Grenze zum Drittstaat bzw. zum internationalen Luftraum gekappt. Emissionen im internationalen Luftraum werden somit nicht in das ETS einbezogen. (Intra-EWR + 50% Extra-EWR ohne Drittstaaten, ohne internationalen Luftraum),
5. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs + gesamte Emissionen von Extra-EWR-Flügen, die im EWR-Luftraum und über internationalen Gewässern anfallen (Intra-EWR- + Extra-EWR-Emissionen im EWR- + internationalen Luftraum),
6. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs + gesamte Emissionen von Extra-EWR-Flügen, die im EWR-Luftraum anfallen (Intra-EWR- + Extra-EWR-Emissionen im EWR-Luftraum),
7. Emissionen des Intra-EWR-Verkehrs („Reduced Scope“ gemäß Stop-the-Clock-Entscheidung).

Methodischer Ansatz

Der Untersuchung wurde eine umfangreiche Emissionsmodellierung zugrunde gelegt. Die Basis für die Modellierung bildet ein Ansatz, der bereits in einem Bericht im Rahmen des DLR-Projekts eingehend dargestellt wurde.⁸ Zusammengefasst wurde dabei wie folgt vorgegangen:

⁵ Vgl. International Civil Air Transport Organisation ICAO: Resolution A38. Montreal 2013.

⁶ Vgl. Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt, a.a.O.

⁷ Vgl. Council of the European Union, a.a.O.

⁸ Vgl. W. Grimme, M. Jung, J. Bechtold: Emissionsminderungspotentiale durch den Emissionshandel im Luftverkehr bis 2035. Interner Bericht im Rahmen des DLR-Projekts „Vorschläge für die Überprüfung und Weiterentwicklung der Emissionshandelsrichtlinie im Bereich Luftverkehr“, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Köln, März 2015.

Tabelle 1

Modellierungsergebnisse: CO₂-Emissionen unter den gewählten Optionenin Mio. t CO₂

	Option 1 Full Scope	Option 2 Intra- EWR+50% Extra-EWR	Option 3 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Drittstaaten	Option 4 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Dritt- staaten, ohne interna- tionalen Luftraum	Option 5 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR- + internationa- len Luftraum	Option 6 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR-Luftraum	Option 7 Reduced Scope
2006	230,55	148,25	134,96	93,30	159,70	95,55	65,95
2010	242,05	154,88	141,29	98,21	168,14	101,00	67,70
2014	260,92	164,62	150,06	103,16	179,68	106,57	68,31
2017	287,01	180,45	163,85	112,65	195,92	116,38	73,89
2018	296,76	186,37	169,01	116,18	202,06	120,03	75,98
2019	306,88	192,51	174,35	119,83	208,42	123,80	78,13
2020	315,21	197,62	178,87	122,90	213,82	126,98	80,02
2030	411,04	256,15	230,31	157,82	275,27	163,05	101,25

Quelle: eigene Darstellung. Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

- Datengrundlage bildet der Passagierflugplan des Official Airline Guides (OAG) mit allen Flügen von und nach EWR-Staaten.⁹
- Es erfolgt eine Modellierung der Emissionen auf Ebene der Flughafenpaare für die Jahre 2006, 2010 und 2014.
- Die modellierten Emissionsmengen werden mit dem Verhältnis aus veröffentlichten und modellierten Emissionen für 2006 hochskaliert, um eine Konsistenz mit den von der Europäischen Kommission veröffentlichten Werten herzustellen.
- Das Emissionswachstum von 2017 bis 2020 wird mit den Wachstumsraten der aktuellsten ICAO-FESG-Prognose¹⁰ hochgerechnet. In die Berechnung fließt eine Rate der autonomen Effizienzsteigerung in Höhe von 1,4% p.a. ein.

Wesentlich für den Erkenntnisgewinn der Untersuchung ist die Umlegung der Emissionen gemäß der Definition des jeweiligen geografischen Anwendungsbereiches des EU-Emissionshandels und der angewendeten Ausnahmeregelungen. Hierzu wurde die Emissionsmodellierung mittels der Flugleistungssoftware 4D-Race für jedes Flughafenpaar in ein dreidimensionales Emissionskataster übertragen.

9 Vgl. OAG Aviation Solutions, OAG MAX flight schedules on CD-ROM, monthly editions covering the years 2000 and 2003-2014.

10 Vgl. International Civil Air Transport Organisation ICAO: FESG Traffic and Fleet Forecasts – Methodological Paper, unpublished working paper, Montreal, 3.6.2014.

Die Flugleistungssoftware 4D-Race wurde vom DLR-Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr entwickelt. 4D-Race erzeugt Emissionskataster des Luftverkehrs als Grundlage für die Bestimmung der Klimawirksamkeit der Luftverkehrsemissionen. Dazu werden die im dreidimensionalen Raum und der Zeit verteilten CO₂-Emissionen ermittelt. Für spezielle Untersuchungen können auch Emissionskataster anderer klimarelevanter Emissionen, bestimmter Regionen, Zeiträume, Flugzeug- oder Triebwerkstypen berechnet werden. Ebenfalls kann bei 4D-Race die zeitliche und räumliche Auflösung des Emissionskatasters der Fragestellung angepasst werden. Das Emissionskataster mit einer Zellauf Auflösung von 0,2° x 0,2° wurde mittels der Geoinformatik-Software ArcGIS¹¹ mit einer Landkarte der Staatsgrenzen kombiniert. Auf diese Weise wurde ermittelt, ob die Emissionen einzelner Flüge im Luftraum eines EWR-Staates, eines Nicht-EWR-Staates oder im internationalen Luftraum auftreten. Als Flugroute wurde dabei immer der Großkreis zwischen Start- und Zielflughafen angenommen.

Ökologische Effekte

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Emissionsmodellierung für die sieben untersuchten Optionen. Diese Ergebnisse sind bereits mit dem genannten Hochrechnungsfaktor skaliert und damit konsistent zu den von der EU-Kommission veröffentlichten Werten. Ein Vergleich mit den Modellierungsergebnissen im Impact Assessment der Euro-

11 Vgl. ArcGIS, 2016, <http://www.arcgis.com/features/>.

Tabelle 2

Modellierungsergebnisse: Minderungsmengen CO₂ unter den gewählten Optionenin Mio. t CO₂

	Option 1 Full Scope	Option 2 Intra-EWR+50% Extra-EWR	Option 3 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Drittstaaten	Option 4 Intra-EWR+50% Extra- EWR ohne Drittstaaten, ohne internationalen Luftraum	Option 5 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR- + internationa- len Luftraum	Option 6 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR-Luftraum	Option 7 Reduced Scope
2014	50,57	29,35	26,92	18,03	33,97	19,39	8,13
2017	76,66	45,19	40,71	27,52	50,21	29,20	13,72
2018	86,41	51,11	45,88	31,05	56,36	32,85	15,81
2019	96,53	57,24	51,22	34,69	62,71	36,62	17,96
2020	104,86	62,36	55,74	37,77	68,11	39,80	19,85
2030	200,69	120,89	107,18	72,69	129,56	75,87	41,08

Quelle: eigene Darstellung; Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

päischen Kommission¹² zeigt, dass unsere CO₂-Prognose leicht unterhalb der im Impact Assessment genannten Werte liegt. Die Gründe hierfür könnten unter anderem in niedrigeren Wachstumsraten der Verkehrsleistung liegen oder in einer optimistischeren Annahme zur Effizienzsteigerung. Die angenommene Effizienzsteigerung beim spezifischen Treibstoffverbrauch von 1,4% p.a. liegt eher am oberen Rand.

In welcher Weise verändern sich die zu regulierenden CO₂-Emissionen durch die verschiedenen Optionen zur Abgrenzung des EU-ETS im Luftverkehr? Mit welchen

12 Vgl. Commission of the European Union: Commission Staff Working Document Impact Assessment Accompanying the document Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowances trading within the Community, in view of the implementation by 2020 of an international agreement applying a single global market-based measure to international aviation emissions [COM(2013) 722 final] [SWD(2013) 431 final].

Minderungsmengen ist zu rechnen? Die CO₂-Emissionsminderungsmengen, die durch das EU-ETS erreicht werden können, haben wir durch die Subtraktion des Caps von den Gesamtemissionen in der jeweiligen Option bestimmt. Die hieraus resultierenden absoluten CO₂-Minderungsmengen werden in Tabelle 2 präsentiert.

Wie Tabelle 2 zeigt, wäre Option 1, also die Beibehaltung der ursprünglichen geografischen Abgrenzung des EU-ETS für den Luftverkehr mit den größten emissionsseitigen Vorteilen verbunden. Dann würden beispielsweise 2030 gut 200 Mio. t CO₂ durch das EU-ETS reduziert. Hingegen würden bei den Optionen 4 und 7 nur 72,7 Mio. (Option 4) bzw. gut 41 Mio. t CO₂ (Option 7) im selben Jahr und damit nur gut ein Drittel bzw. etwa gut ein Fünftel der CO₂-Emissionen durch das EU-ETS vermieden. Entsprechend würde sich die Emissionswirkung des EU-ETS insbesondere bei diesen Optionen erheblich reduzieren.

Tabelle 3

Gesamtkosten für den Zukauf von Emissionsrechten 2017

in Mio. Euro

	Option 1 Full Scope	Option 2 Intra-EWR+50% Extra-EWR	Option 3 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Drittstaaten	Option 4 Intra-EWR+50% Extra- EWR ohne Drittstaaten, ohne internationalen Luftraum	Option 5 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR- + internationa- len Luftraum	Option 6 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR-Luftraum	Option 7 Reduced Scope
10 Euro/t CO ₂	1082	655	592	403	721	423	227
30 Euro/t CO ₂	3246	1964	1775	1209	2162	1268	682

Quelle: eigene Darstellung; Annahme: 85% kostenlose Zuteilung des Caps. Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

Tabelle 4

Gesamtkosten des Zukaufs an Zertifikaten im EU-Emissionshandelssystem 2017

in Mio. Euro

	Option 1 Full Scope	Option 2 Intra- EWR+50% Extra-EWR	Option 3 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Drittstaaten	Option 4 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Dritt- staaten, ohne interna- tionalen Luftraum	Option 5 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR- + internationa- len Luftraum	Option 6 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR-Luftraum	Option 7 Reduced Scope
Lufthansa (inklusive Cityline)	63,95	37,50	32,97	22,02	39,91	22,91	11,45
British Airways	66,23	35,97	32,28	16,08	41,05	16,66	6,97
KLM (inklusive KLM Cityhopper)	36,04	20,00	16,69	9,03	19,99	9,40	4,52
Air France	51,90	28,33	24,95	13,10	32,53	13,67	5,71
United Airlines	20,55	9,89	9,88	2,08	14,10	2,12	0
Delta Air Lines	18,89	9,09	9,00	1,83	13,14	1,87	0
Emirates Airline	25,15	12,15	11,65	7,15	13,44	7,28	0,08
Turkish Airlines	8,55	4,13	4,11	3,76	6,65	5,41	0,03
Air Berlin	13,04	10,01	10,03	8,68	11,84	9,01	6,36
Ryanair	28,82	27,19	27,26	26,87	28,32	27,53	22,67
Germanwings	4,08	3,68	3,69	3,64	3,93	3,82	2,92

Quelle: eigene Darstellung; CO₂-Preisannahme = 10 Euro/ t CO₂, Passage. Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.**Ökonomische Effekte****Kostenbelastungen für Fluggesellschaften und Passagiere**

Die Kostenbelastung für die Beteiligten am Luftverkehrssystem hängt von einer Reihe von Faktoren ab, die nur mit Hilfe von Annahmen prognostiziert werden können, da vieles ex ante nicht bekannt ist. Neben den Wachstumsraten des Luftverkehrs und dem jeweils eingesetzten Fluggerät gehören hierzu:

- Quote der kostenlos vergebenen Emissionsrechte,
- CO₂-EmissionsrechtPreis,
- Anteil von erneuerbaren Kraftstoffen und deren Berücksichtigung im ETS,
- Überwälzungsstrategien der Luftfahrzeugbetreiber (aus Sicht der Passagiere und Verlader),
- Anteil der als kostenlose Reserve vorgesehenen Emissionsrechte für schnell wachsende Luftfahrzeugbetreiber und neue Marktteilnehmer (special reserve).

Für 2017 gehen wir unter der Annahme alternativer CO₂-Preise (10 Euro pro t CO₂ im „Low Szenario“; 30 Euro pro t CO₂ im „High Szenario“) von den in Tabelle 3 dargestellten Kosten für die am Emissionshandelssystem beteiligten

in- und ausländischen Luftfahrzeugbetreiber aus. Hierbei haben wir angenommen, dass 85% der Emissionsrechte kostenlos vergeben werden, d.h. Emissionsrechte in Höhe von 15% des Caps und 100% der über das Cap hinausgehenden Emissionen müssen von den Fluggesellschaften auf dem Markt für Emissionsrechte erworben werden. Damit wird unterstellt, dass sich an der jetzigen Erstzuteilungsregel im EU-ETS nichts ändert.

Die Kosten für einzelne Fluggesellschaften unterscheiden sich sehr deutlich je nach angenommener geografischer Ausgestaltung des EU-ETS. Weiterhin hängen diese Kosten maßgeblich vom individuellen Streckennetz der Fluggesellschaften ab. Dies zeigt Tabelle 4 für ausgewählte Fluggesellschaften: Unter dem Full-Scope-Ansatz (Option 1) hätten British Airways, Lufthansa und Air France die höchsten Kosten für die emissionshandelspflichtigen CO₂-Emissionen. Die Gesamtkosten für British Airways betragen 2017 unter der Annahme eines CO₂-Preises von 10 Euro/t dann mehr als 66 Mio. Euro. Bei Lufthansa Passage (inklusive Lufthansa Cityline) beläuft sich der Betrag auf knapp 64 Mio. Euro und bei Air France auf knapp 52 Mio. Euro. Der 50:50-Ansatz sowie die im Weiteren betrachteten Ausnahmeregelungen würden die finanziellen Aufwendungen deutlich reduzieren, da die CO₂-intensiven Langstreckenflüge zum großen Teil oder gar komplett vom ETS ausgenommen wären. Die Anwendung der 50%-Regel bei Extra-EWR-Flügen und die zusätzlich betrachteten Ausnahmeregelungen führen bei allen Netzwerk-

Tabelle 5

Relative Belastung der Fluggesellschaften

gemessen als Anteil der Kosten für Emissionsrechte an den prognostizierten gesamten Verkehrserlösen 2017 in %

	Option 1 Full Scope	Option 2 Intra- EWR+50% Extra-EWR	Option 3 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Drittstaaten	Option 4 Intra-EWR+50% Extra-EWR ohne Dritt- staaten, ohne interna- tionalen Luftraum	Option 5 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR- + internationa- len Luftraum	Option 6 Intra-EWR+Extra- EWR-Emissionen im EWR-Luftraum	Option 7 Reduced Scope
Lufthansa (inklusive Cityline)	0,32	0,19	0,16	0,11	0,20	0,11	0,06
British Airways	0,33	0,18	0,16	0,08	0,21	0,08	0,04
KLM (inklusive KLM Cityhopper)	0,37	0,21	0,17	0,09	0,21	0,10	0,05
Air France	0,30	0,16	0,14	0,07	0,19	0,08	0,03
United Airlines	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00
Delta Air Lines	0,06	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	0,00
Emirates Airline	0,12	0,06	0,05	0,03	0,06	0,03	0,00
Turkish Airlines	0,09	0,04	0,04	0,04	0,07	0,05	0,00
Air Berlin	0,28	0,22	0,22	0,19	0,26	0,20	0,14
Ryanair	0,20	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19	0,15
Germanwings	0,21	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,15

Quelle: eigene Darstellung; CO₂-Preisannahme = 10 Euro/t CO₂, Basis der Verkehrserlöse: „Sabre Market Intelligence“. Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

carriern (Lufthansa, British Airways, KLM, Air France, American Airlines, Delta Airlines etc.) zu einer erheblichen Reduktion der emissionshandelspflichtigen CO₂-Mengen und damit auch der Gesamtkosten der nachzuweisenden CO₂-Zertifikate.

Grundsätzlich wirken die Ausnahmeregelungen auf Netzwerk-Fluggesellschaften aus Drittstaaten, wie z.B. United Airlines, Delta Airlines oder Singapore Airlines, ähnlich wie auf die EWR-Netzwerkfluggesellschaften, da ähnliche bzw. gleiche Routen auf der Langstrecke geflogen werden. Es fällt jedoch auf, dass die Fluggesellschaften aus den USA überproportional profitieren, wenn Emissionen im internationalen Luftraum nicht der Emissionshandelspflicht unterliegen würden. Dies würde die emissionshandelspflichtigen Emissionen, z.B. von American Airlines, United Airlines oder Delta Air Lines um bis zu 90% gegenüber dem Full-Scope-Ansatz reduzieren (Vergleich Option 1 mit Optionen 4 und 6). Der Grund hierfür ist die verhältnismäßig lange Flugstrecke über dem Atlantik, die auf dem Weg zu den USA zurückgelegt werden muss. Da der Luftraum über dem Atlantik zum internationalen Luftraum zählt, werden die hier entstehenden Emissionen bei den Optionen 4 und 6 vom EU-ETS ausgeklammert.

Der Drittstaatencarrier mit der höchsten absoluten finanziellen Belastung durch das ETS ist Emirates Airline

mit mehr als 25 Mio. Euro unter dem Full-Scope-Ansatz. Für die Netzwerkfluggesellschaften aus den Golfstaaten würde sich die Ausnahmeregel „Keine Emissionshandelspflicht von Emissionen im internationalen Luftraum“ nicht so stark auswirken, da von diesen Carriern zum großen Teil über EWR- und Drittstaaten geflogen wird und nicht im internationalen Luftraum.

Neben der absoluten Belastung ist auch die relative Belastung, gemessen als Anteil der Kosten für Emissionsrechte an den Verkehrserlösen ein guter Indikator (vgl. Tabelle 5). Fluggesellschaften, die einen hohen Wert aufweisen, haben prinzipiell weniger Möglichkeiten Mehrkosten auf unbelastete Routen abzuwälzen oder zu kompensieren. Weiterhin haben Fluggesellschaften mit einem höheren Anteil von Strecken mit niedriger Wettbewerbsintensität eher die Möglichkeit, Mehrkosten auf Passagiere abzuwälzen. Dabei darf aber nicht vergessen werden, dass die Überwälzungsmöglichkeiten in erster Linie von der Preiselastizität der Nachfrage auf den jeweiligen Strecken abhängen.

Bezieht man die Kosten des Zukaufs von Emissionsrechten auf die gesamten Verkehrserlöse der teilnehmenden Unternehmen, so liegen diese bei in Europa ansässigen Netzwerkfluggesellschaften, wie z.B. Lufthansa, British Airways oder Air France, zwischen 0,3% und 0,4% und

Tabelle 6

Potenzielle Auswirkungen des Emissionshandels auf interkontinentale Verbindungen (einfache Strecke)¹

Verbindung	Durchschnittlicher Flugpreis, Economy Class, 2014 (in Euro)	Durchschnittlicher Flugpreis, Business Class, 2014 (in Euro)	Durchschnittliche CO ₂ -Emissionen pro Passagier (in t)	Absolute Flugpreis-erhöhung bei gera-der Überwälzung und Kosten von 10 Euro/t CO ₂ (in Euro)	Relative Flugpreis-erhöhung, Economy Class (in %)	Relative Flugpreis-erhöhung, Business Class (in %)
New York – Frankfurt – Istanbul	635	2907	0,63	6,27	1,0	0,2
New York – Frankfurt – Mumbai	854	2562	1,04	10,42	1,2	0,4
Los Angeles – London – Johannesburg	1041	3085	1,53	15,25	1,5	0,5

¹ Zwischen Nicht-EWR-Flughäfen via Hubs in EWR-Staaten.

Quelle: eigene Darstellung; Flugpreise aus „Sabre Market Intelligence“, CO₂-Emissionsberechnungen mittels Piano-X. Annahme: Full Scope-Geltungsbe- reich des EU-ETS. Weitere Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

bei den Billig-Fluggesellschaften wie z.B. Ryanair oder Norwegian zwischen 0,2% und 0,3%. Bei außereuropä- ischen Netzwerkcarriern bewegen sich die Kosten des Zukaufs von Emissionsrechten in einer Größenordnung zwischen 0,05% und 0,12% und damit auf einem deut- lich niedrigeren Niveau. Unter der Option 7 (Reduced Scope) kehrt sich das Verhältnis zwischen europäischen Netzwerk- und Billig-Fluggesellschaften um: Der Kosten- anteil bei den Billig-Fluggesellschaften liegt dann mit ca. 0,15% höher als bei den Netzwerkfluggesellschaften mit ca. 0,05%. Dies kann damit begründet werden, dass die Billig-Fluggesellschaften fast ausschließlich in Europa operieren, während die EU-Netzwerkfluggesellschaften auch Langstreckenflüge anbieten, die in Option 7 nicht unter das EU-ETS fallen.

Wettbewerbswirkungen

Der 50:50-Ansatz (d.h. die Optionen 2 bis 4) hat im Un- terschied zum aktuell gültigen Anwendungsbereich des EU-ETS sowohl positive als auch negative Wettbewerbs- wirkungen. Die Prämisse, die dieser Analyse zugrunde liegt, ist, dass die Fluggesellschaften die Kosten des ETS (out-of-pocket-costs für den Kauf von Emissionsrechten und Opportunitätskosten kostenlos vergebener Emis- sionsrechte) gleichmäßig auf die Passagiere überwälzen und zwar gemäß der genutzten Flugverbindungen und der zurückgelegten Strecke.

Auf einigen Städtepaaren ergibt sich durch die zumindest teilweise Einbindung von Extra-EWR-Flügen eine Wettbe- werbsangleichung. Dies soll folgendes Beispiel illustrie- ren: Überwälzt Fluggesellschaft A die Mehrkosten aus der Teilnahme am EU-ETS gleichmäßig auf die Ticketpreise, so wird sie bei einem Passagier-Routing Dublin-Frank- furt-Dubai die ETS-Kosten aus dem Flug Dublin-Frankfurt auf den Ticketpreis aufschlagen. Steht Fluggesellschaft

A nun im Wettbewerb mit Fluggesellschaft B, die eine Non-Stop-Verbindung Dublin-Dubai anbietet, erleidet sie durch die ETS-Kosten einen wettbewerblichen Nachteil, da der Extra-EWR-Flug von Fluggesellschaft B aktuell nicht unter das EU-ETS fällt.

Unter dem 50:50-Ansatz müssen die Anbieter von Extra- EWR-Flügen für 50% der zurückgelegten Strecke, min- destens jedoch bis zur EWR-Außengrenze oder Drittsta- tengrenze, Emissionsrechte nachweisen. Somit wird der Wettbewerbsvorteil der Non-Stop-Verbindungen ins Nicht- EWR-Ausland gegenüber Umsteigerverbindungen über Hubs im EWR-Ausland geringer. Gleiches gilt für Umsteige- verbindungen über Nicht-EWR-Hubs. Im Reduced-Scope- Ansatz sind solche Verbindungen komplett vom ETS aus- genommen, durch den 50:50-Ansatz müssten zumindest für die Zubringerstrecke zwischen EWR- und Nicht-EWR- Flughafen Emissionsrechte nachgewiesen werden.

Allerdings können wir auch eine wettbewerbliche Schlech- terstellung europäischer Fluggesellschaften durch den 50:50-Ansatz aufzeigen. Im Umsteigerverkehr Interkont- Interkont, d.h. zwischen zwei Nicht-EWR-Flughäfen, die über einen Flughafen im EWR verbunden werden, erlei- den die EU-Netzwerkcarrier Nachteile gegenüber dem Reduced-Scope-Ansatz. Folgendes Beispiel soll diesen Effekt illustrieren: Auf der Verbindung New York-Frank- furt-Mumbai sind nach heutiger Regelung beide Flüge New York-Frankfurt und Frankfurt-Mumbai gänzlich vom EU-ETS befreit. Unter dem 50:50-Ansatz wären – je nach gewählter Option – Emissionsrechte für 14% bis 50% (New York-Frankfurt) und 27% bis 49% (Frankfurt-Mum- bai) der Flugstrecke nachzuweisen. Dieses exemplarisch dargestellte Städtepaar steht wie viele andere in einem Wettbewerb mit neuen Non-Stop-Angeboten sowie mit Umsteigerverbindungen über Hubs außerhalb der EU. Ei- ne Flugverbindung New York – Mumbai (direkt) oder New

Tabelle 7

Reisenden-Volumen im Umsteigeverkehr an deutschen Flughäfen 2014

Quell-Region	Umstieg	Ziel-Region	Reisende (in Mio.)	Verlagerungs- risiko
Nicht-EWR-Staat	Deutschland	Nicht-EWR-Staat	2,31	Eher hoch
EWR-Staat	Deutschland	Nicht-EWR-Staat	5,58	Mittel
Nicht-EWR-Staat	Deutschland	EWR-Staat	5,57	Mittel
EWR-Staat	Deutschland	EWR-Staat	9,13	Eher gering

¹ Die hier ausgewiesenen 21 Mio. Flugreisenden werden als Umsteiger an den Flughäfen doppelt gezählt, jeweils einmal als ankommender und einmal als abfliegender Passagier.

Quelle: eigene Darstellung; Passagierzahlen aus „Sabre Market Intelligence“. Annahme: Großbritannien ist Mitglied der EU oder des EWR.

York – Istanbul – Mumbai wäre von dem EU-ETS nicht erfasst, selbst wenn die Flüge durch europäischen Luftraum fliegen. Somit führt dies zu Wettbewerbsnachteilen für Netzwerkfluggesellschaften aus dem EWR.

Selbst unter einem Full-Scope-Ansatz (Option 1) wären die preislichen Auswirkungen bei einer vollständigen, geraden Überwälzung überschaubar. Tabelle 6 zeigt exemplarisch für einige Beispiel-Verbindungen, wie sich der Emissionshandel unter dem Full-Scope-Ansatz bei gerader Überwälzung und Kosten pro Emissionsrecht von 10 Euro/t CO₂ auf die Flugpreise auswirken würden. Würde der 50:50-Ansatz ohne Ausnahmeregeln zur Anwendung kommen, würden sich die Zusatzkosten durch das ETS auf den gezeigten Umsteigeverbindungen zwischen Nicht-EWR-Staaten über einen Flughafen innerhalb des EWR halbieren.

Auf Basis der Angaben zu Quell-Ziel-Passagieren aus der Datenbank „Sabre Market Intelligence“ können die Passagier volumina identifiziert werden, bei denen es ein plausibles Verlagerungspotenzial hin zu Hubs in Nicht-EWR-Staaten geben könnte. In der Tabelle 7 wird dieses Verlagerungspotenzial dargestellt: Das Verlagerungsrisiko im Umsteigerverkehr zwischen Nicht-EWR-Staaten schätzen wir eher hoch ein, da sich unter diesen Passagieren viele Interkont-Interkont-Umsteiger befinden, die für ihre Reiserouten eine große Zahl alternativer Möglichkeiten haben, so z.B. auf den in Tabelle 7 beschriebenen Verbindungen über die Golfstaaten, die Türkei oder die Schweiz.

Bei Umsteigeverbindungen zwischen EWR- und Nicht-EWR-Staaten dürfte das Risiko einer Verlagerung von Verkehrsströmen eher mittelgroß sein. Dieser Effekt

kommt durch folgende, teilweise gegenläufige Entwicklungen zustande:

- Für ein eher geringes Verlagerungspotenzial spricht erstens, dass hierunter Verbindungen von/nach kleineren Flughäfen wie Klagfurt oder Belfast fallen, die kaum Anbindungen an Hubs außerhalb des EWR besitzen.
- Zweitens dürfte eine relativ große Zahl von EWR-/Nicht-EWR-Reisenden zu Zielen im nahen Nicht-EWR-Ausland (Türkei, Russland, Nordafrika, Balkan) bzw. nach Nordamerika fliegen. In beiden Fällen gibt es kaum Nicht-EWR-Hubs, die hier verkehrsgeografisch sinnvoll gelegen sind.
- Für ein eher größeres Verlagerungspotenzial spricht hingegen, dass diese Verbindungen auch Strecken wie Manchester – Hongkong oder Mailand – Mumbai umfassen, bei denen die Hubs in EWR-Staaten mit jenen in Nicht-EWR-Staaten im intensiven Wettbewerb stehen.
- Da sich diese Effekte teilweise kompensieren dürften, gehen wir insgesamt bei Umsteigeverbindungen zwischen EWR- und Nicht-EWR-Staaten von einem mittleren Verlagerungsrisiko aus.

Bei Umsteigeverbindungen zwischen EWR-Staaten sehen wir das Risiko für Verlagerungseffekte als eher gering an. Zum einen liegt dies an der geografischen Lage – mit Ausnahme eines Transfers in der Schweiz ist ein Umstieg auf einem Nicht-EWR-Flughafen auf einer Reise zwischen zwei EWR-Flughäfen mit einem größeren Umweg verbunden. Zum anderen sind viele der kleineren Flughäfen des EWR nur an Hubs innerhalb des EWR angebunden (wie etwa die Flughäfen in Klagfurt oder Belfast), sodass es hier kaum alternative Reisemöglichkeiten für die Passagiere gibt.

Bezogen auf die Situation in Deutschland ist hierzu abschließend festzuhalten, dass bei einem gesamten Passagieraufkommen von etwa 208 Mio. im Jahr 2014 die hier gezeigten Reisenden auf Umsteigeverbindungen etwa 21% (44 Mio.) ausmachen, mithin ihr Anteil also nicht unerheblich ist.

Zusammenfassung und Empfehlungen

Wir haben untersucht, wie sich alternative geografische Abgrenzungen emissionshandelspflichtiger Flüge im Vergleich zum zurzeit geltenden CO₂-Emissionshandelsystem aus ökologischer und ökonomischer Sicht auswirken werden. Im Kern der Untersuchung stand dabei

eine geografische Abgrenzung nach dem 50:50-Ansatz, der annimmt, dass die CO₂-Emissionen des internationalen Luftverkehrs zwischen EWR-Staaten und Drittstaaten jeweils zur Hälfte in das ETS einbezogen werden, während Flüge innerhalb des EWR vollumfänglich einbezogen sind. Insgesamt wurden sieben Optionen der Ausgestaltung untersucht, die sich bezüglich der geografischen Abgrenzungen und Ausnahmeregelungen unterscheiden.

Demnach würden 2020 beim Full-Scope-Ansatz, d.h. bei einer vollständigen Regulierung der CO₂-Emissionen des Gesamtverkehrs von und nach Staaten des EWR, etwa 315 Mio. t CO₂ dem Emissionshandelssystem unterliegen. Bei der Anwendung eines reinen 50:50-Ansatzes ohne Ausnahmen (Option 2) würde die regulierte Menge CO₂ auf etwa 198 Mio. t zurückgehen. Würde beim 50:50-Ansatz eine Kappung beim Erreichen der EWR-Außengrenze erfolgen, sofern diese vor der Hälfte der Flugstrecke erreicht wäre (Option 4), würde die emissionshandelspflichtige CO₂-Menge auf etwa 123 Mio. t sinken. Dies entspräche jedoch einer gut 50% höheren regulierten Emissionsmenge als beim zurzeit geltenden Reduced-Scope-Ansatz (Option 7, etwa 80 Mio. t CO₂ im ETS 2020).

Mit Blick auf die potenziellen Wettbewerbseffekte der untersuchten Optionen kann festgehalten werden, dass jede geografische Gestaltungsoption, die bestimmte Flüge bzw. Flugziele in das ETS einbezieht, andere jedoch nicht berücksichtigt, Risiken einer Verlagerung von Flügen oder Passagierströmen und damit von Carbon Leakage beinhaltet. Die theoretische Modellbetrachtung und die Anwendung auf Beispielrouten kam jedoch zu dem Ergebnis, dass beim aktuell sehr niedrigen Preisniveau für Treibstoff und Emissionsrechte nur relativ geringe Anreize für die Fluggesellschaften bestehen, dem ETS Emissionen durch Ausweichreaktionen zu entziehen. Denn nahezu jede Ausweichstrategie verursacht auch Mehrkosten, z.B. in Form von Treibstoffmeherverbrauch durch Umwege, erhöhte Personalkosten durch Zwischenlandungen und schlechtere Vermarktungsfähigkeit durch Flüge mit

längerer Reisezeit. Vor diesem Hintergrund scheint es aktuell in den meisten Fällen betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll zu sein, dem ETS auszuweichen.

Jedoch konnte gezeigt werden, dass im Marktsegment der Umsteiger von und nach Nicht-EWR-Zielen ein verstärkter Wettbewerb zwischen europäischen und nicht-europäischen Fluggesellschaften besteht, der durch Mehrkosten durch das ETS beeinflusst werden könnte. Die Auswirkungen auf dieses Verkehrssegment, das an den deutschen Hubs ein Volumen von etwa 2,3 Mio. Passagieren 2014 umfasste und damit durchaus bedeutend ist, müssen jedoch im Hinblick auf die relativ moderaten Kostensteigerungen durch das EU-ETS, die voraussichtlich pro Passagier im einstelligen Euro-Bereich liegen, vorsichtig bewertet werden.

Insgesamt hat die Untersuchung erstens gezeigt, dass die EU grundsätzlich eine Reihe von Optionen hat, den derzeit geltenden EU-Emissionshandel für den Luftverkehr zu modifizieren bzw. umfassend zu reformieren. Sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Wirkungen dieser Optionen unterscheiden sich dabei beträchtlich. Vor diesem Hintergrund ist eine systematische Analyse sämtlicher Optionen und damit verbundener Effekte von großer Bedeutung und sollte den europäischen und internationalen politischen Verhandlungen vorangestellt werden.

Zweitens führen Ausnahmeregelungen jedweder Natur zu Ungleichbehandlungen einzelner Fluggesellschaften bzw. von Airlinegruppen. Dies verändert die Wettbewerbsposition der Fluggesellschaften zueinander. Zwar sind diese Effekte bei aktuell sehr niedrigen Kerosin- und Emissionspreisen relativ unbedeutend, steigen diese Preise in Zukunft jedoch, kann hieraus rasch ein merklicher Wettbewerbsnachteil insbesondere der europäischen Netzwerkfluggesellschaften werden. Aufgrund dessen sollte die Politik auf Ausnahmeregelungen im Rahmen von Emissionshandelssystemen für den internationalen Luftverkehr möglichst verzichten.

Title: *Environmental and Economic Impacts of Alternative Geographical Scopes of the EU-ETS for Aviation*

Abstract: *The paper compares the impacts of alternative geographical scopes of flights integrated in the EU-Emission Trading System (EU-ETS) with regard to environmental and economic aspects. The core of the analysis is a geographical scope according to the 50:50 approach, in which half of the emissions of international aviation between European Economic Area (EEA) and third countries will be part of the EU-ETS. In total, seven options are analysed, which differ by the geographical scope and exceptions. Besides a pure 50:50 approach without any exceptions, we also discuss an option where emissions are capped at the border of a third country. Furthermore, another option assumes that all emissions in international airspace are being excluded from the EU-ETS. For comparison, the impacts of the Full Scope and Reduced Scope approaches are analysed and two options based on airspace, where emissions of flights to/from airports outside the EEA are fully regulated by EU-ETS, as long as they are emitted in EEA airspace or EEA and international airspace, respectively.*

JEL Classification: Q580, H23, L93