

# Ökonomische Effekte des EU-Emissionshandelssystems auf Fluggesellschaften und EU-Mitgliedstaaten – Ein innovativer Modellierungsansatz

von Martin Schaefer, Janina Scheelhaase, Wolfgang Grimme und Sven Maertens

**Zusammenfassung:** Im Februar 2009 trat die EU-Richtlinie zur Einbeziehung des internationalen Luftverkehrs in den EU-Emissionshandel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten (EU-ETS) in Kraft. Ab dem Jahre 2012 werden für praktisch alle in der EU startenden und landenden Flüge Zertifikate erforderlich sein. Die Erstzuteilung von Emissionszertifikaten an Fluggesellschaften wird auf einem sogenannten Benchmark basieren, der durch die Division der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Zeitraums 2004 bis 2006 durch die Verkehrsleistung des Jahres 2010 berechnet wird. Die vorliegende Untersuchung stellt ein empirisches Simulationsmodell zur Abschätzung der Effekte des EU-Emissionshandels (EU-ETS) für den Luftverkehr vor. Mit Hilfe dieses Modells werden aktuelle und zukunftsbezogene CO<sub>2</sub>-Emissionen und Verkehrsleistungen des europäischen Luftverkehrs geschätzt. Weiterhin werden die ökonomischen Effekte des EU-Emissionshandels auf den Luftverkehrssektor insgesamt, auf ausgewählte Gruppen von Fluggesellschaften sowie auf die EU-Mitgliedstaaten analysiert und erörtert. Im Ergebnis kann gezeigt werden, dass einzelne Gruppen von Fluggesellschaften und EU-Mitgliedstaaten ganz unterschiedlich von der neuen EU-Gesetzgebung betroffen sein werden.

**Summary:** In February 2009, the EU Directive for the inclusion of international aviation into the EU emission trading with allowances for CO<sub>2</sub> (EU-ETS) came into force. From 2012, virtually all flights landing and departing in the EU will be required to hold and surrender allowances. The initial allocation of allowances to individual aircraft operators will be based on a benchmark, which is calculated by dividing the CO<sub>2</sub> emissions for the period from 2004 to 2006 by the reported revenue ton kilometres of the year 2010. In this article, an empirical model for the estimation of the effects of the EU-ETS for aviation is presented. With this model, current and future CO<sub>2</sub> emissions and revenue ton kilometres of European aviation are estimated. Furthermore, the economic effects of the EU-ETS on air transport in general, on airline business models and on EU Member States are analysed and interpreted. As a result, it is shown that individual airline business models and EU Member States are quite differently affected by the new EU legislation.

## 1 Einleitung

Im Juli 2008 wurde vom Europäischen Rat und vom Europäischen Parlament beschlossen, den internationalen Luftverkehr in das bestehende EU-Emissionshandelssystem zur Begrenzung von CO<sub>2</sub>-Emissionen mit einzubeziehen. Die entsprechende EU-Richtlinie trat im Februar 2009 in Kraft (Rat der Europäischen Union 2009a). Ab dem Jahre 2012 sind

JEL Classifications: L93, Q54, Q58  
Keywords: Air Transport Policy, Emission Trading, Climate Change, Mitigation Policies

Fluggesellschaften zur Abgabe von Zertifikaten für praktisch alle Flüge in die EU, innerhalb der EU und aus der EU verpflichtet. Der EU-Emissionshandel betrifft sowohl europäische Fluggesellschaften als auch Fluggesellschaften aus Drittländern. Die Europäische Kommission rechtfertigt diesen Ansatz damit, dass Wettbewerbsverzerrungen im internationalen Luftverkehr so weit wie möglich vermieden werden sollen und dass diese Vorgehensweise die Umwelteffizienz des Systems verbessern werde. Mehrere Nicht-EU-Staaten haben jedoch Bedenken in Bezug auf die ökologische Effizienz des EU-Emissionshandels für den Luftverkehr zum Ausdruck gebracht und bezweifeln, dass der Ansatz der EU mit internationalem Recht vereinbar ist.

In jüngster Zeit wurde eine Reihe wirtschaftswissenschaftlicher Untersuchungen zu diesen kontrovers diskutierten Fragestellungen durchgeführt, zum Beispiel Faber et al. (2007), Forsyth et al. (2007), von Boon et al. (2007), von Forsyth (2008) sowie von Scheelhaase et al. (2010). Diese Studien untersuchen verschiedene Aspekte des Themas, wie zum Beispiel die geeignete Methode der Erstzuteilung von Zertifikaten, die Auswirkungen auf den Tourismus oder die ökonomischen Effekte auf verschiedene Gruppen von Fluggesellschaften.

Die vorliegende Forschungsarbeit untersucht, welche ökonomischen und ökologischen Effekte die Integration des Luftverkehrs in den EU-Emissionshandel haben wird. Zur Analyse dieser Fragen wurde ein Simulationsmodell entwickelt. Datenbasis des Modells sind die im Official Airline Guide (OAG) enthaltenen Flugpläne des weltweiten Luftverkehrs, die mit einem vom DLR erarbeiteten Flugplan für Fracht und Expressfracht von und nach der EU ergänzt wurden. Zur modellgestützten Abschätzung des Treibstoffverbrauchs und der entsprechenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden sämtliche Flugbewegungen von einer am DLR entwickelten Flugleistungssoftware simuliert. Mit Hilfe dieses Modells werden aktuelle und zukunftsbezogene CO<sub>2</sub>-Emissionen sowie die Verkehrsleistung des europäischen Luftverkehrs ermittelt. Des Weiteren werden die ökonomischen Effekte des EU-Emissionshandels sowohl auf den Luftverkehrssektor insgesamt als auch auf einzelne Fluggesellschaften quantitativ abgeschätzt.

## 2 Gesetzlicher Rahmen

Die EU-Richtlinie 2008/101/EG enthält folgende Bestimmungen zur Integration des Luftverkehrs in das bestehende EU-Emissionshandelssystem:

- Praktisch alle auf EU-Flughäfen startenden und landenden Flüge werden ab 2012 in den Emissionshandel einbezogen. Flüge innerhalb der Europäischen Union unterliegen den gleichen Bestimmungen wie der sonstige internationale Luftverkehr. Wenn ein Nicht-EU-Land Maßnahmen mit ähnlichen Klimaschutzzielen ergreift, kann der geografische Geltungsbereich des Handelssystems so abgeändert werden, dass Flüge von und nach diesem Land vom Emissionshandel ausgenommen sind.
- Die Fluggesellschaften werden verpflichtet, Zertifikate für CO<sub>2</sub>-Emissionen zu halten und nachzuweisen. Diese Zertifikate sind für sämtliche Flüge ab einem maximalen Startgewicht (MTOW) von 5700 Kilogramm erforderlich. Flüge nach Sichtflugregeln sowie Rettungsflüge sind (neben einigen anderen Ausnahmen) vom Emissionshandel ausgenommen.

- Außerdem können Flüge im Rahmen sogenannter *public service obligations* (PSO) auf Routen innerhalb von Gebieten in äußerster Randlage und auf Routen mit einer angebotenen Kapazität von höchstens 30000 Sitzplätzen pro Jahr vom Emissionshandel ausgenommen werden. Ebenfalls von der Pflicht zum Erwerb von Zertifikaten freigestellt werden Flüge von gewerblichen Luftverkehrsbetreibern, die in drei aufeinanderfolgenden Viermonatszeiträumen weniger als 243 Flüge oder Flüge mit jährlichen Gesamtemissionen von weniger als 10000 Tonnen CO<sub>2</sub> durchführen (sogenannte „De-minimis-Klausel“). Die De-minimis-Klausel wurde eingeführt, um den administrativen Aufwand von Luftverkehrsbetreibern mit einer relativ geringen Anzahl von Flügen von und nach Europa zu reduzieren.
- Die Bestimmungen für die Überwachung und Berichterstattung der CO<sub>2</sub>-Emissionen treten im Jahr 2010 in Kraft; eine absolute Emissionsbegrenzung (sogenannte „Cap“) für sämtliche Fluggesellschaften wird im Jahr 2012 eingeführt.
- Im ersten Jahr der Einbeziehung des Luftverkehrs in den EU-Emissionshandel entspricht die Gesamtmenge der Emissionsrechte 97 Prozent der historischen Luftverkehrsemissionen. Die historischen Luftverkehrsemissionen werden auf der Grundlage der durchschnittlichen Gesamtemissionen aller am Emissionshandel teilnehmenden Fluggesellschaften der Jahre 2004 bis 2006 berechnet. Die historischen Emissionen werden von der Europäischen Kommission auf der Basis von EUROCONTROL-Daten geschätzt.
- Zu Beginn werden die Zertifikate überwiegend gratis an die Fluggesellschaften ausgegeben: Im Jahr 2012 sollen 85 Prozent der Zertifikate kostenfrei vergeben werden. Die Methode der Erstaussgabe der Emissionsrechte an die Fluggesellschaften wird innerhalb der Europäischen Union harmonisiert.
- Die Gesamtmenge der an die einzelnen Fluggesellschaften auszugebenden Zertifikate wird mithilfe eines sogenannten Benchmarks bestimmt, der in zwei aufeinanderfolgenden Schritten berechnet wird: Zunächst wird von der Gesamtmenge der an die Fluggesellschaften zu vergebenden CO<sub>2</sub>-Zertifikate der Anteil der zu versteigernden Zertifikate abgezogen. Im zweiten Schritt wird die verbleibende Zertifikate- beziehungsweise CO<sub>2</sub>-Menge durch die Summe der verifizierten, im Rahmen der Monitoringkonzepte aller beteiligten Fluggesellschaften für das Jahr 2010 ermittelten Tonnenkilometer dividiert. Anschließend wird die Anzahl der Zertifikate, die jede Fluggesellschaft erhält, berechnet, indem die individuelle, im Jahr 2010 erzielte Verkehrsleistung (in Tonnenkilometern) jeder Fluggesellschaft mit diesem Benchmark multipliziert wird. Dabei werden die Tonnenkilometer (*revenue tonne-kilometres*, RTK) jeder Fluggesellschaft berechnet, indem die Flugdistanz (Großkreisentfernung plus eines fixen Aufschlags von 95 Kilometer) mit der beförderten Nutzlast (Fracht, Post und Fluggäste) multipliziert wird. Gemäß EU-Richtlinie 2008/101/EG wird hierzu ein durchschnittliches Passagiergewicht von 100 Kilogramm (inklusive Gepäck) angesetzt.
- Im Jahr 2012 gelten die den Fluggesellschaften zugeteilten Zertifikate ausschließlich innerhalb des Luftverkehrssektors. Zusätzliche Zertifikate können jedoch von anderen Branchen oder in Form von Emissionsrechten aus den projektbezogenen Kyoto-Instrumenten Joint Implementation (JI) und Clean Development Mechanism (CDM) erworben werden. Aus den projektbezogenen Kyoto-Instrumenten dürfen bis zu 15 Prozent

der jährlich nachzuweisenden Zertifikate zugekauft werden. Zertifikate, die im Jahr 2012 nicht genutzt werden, können für die dritte Handelsperiode des EU-Emissionshandels (2013 bis 2020) zurückgelegt werden.

- Im Jahr 2012 werden 15 Prozent der Emissionsrechte von den Mitgliedsstaaten an die Fluggesellschaften versteigert. Die Einnahmen aus dieser Versteigerung sollen für Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels in der EU und in Drittländern eingesetzt werden, unter anderem für die Reduzierung von Treibhausgasemissionen, die Eindämmung der Effekte des Klimawandels sowie die Finanzierung von Forschung und Entwicklung in diesen Bereichen.

Die EU-Richtlinie 2009/29/EG für den Folgezeitraum von 2013 bis 2020 (Rat der Europäischen Union 2009b) trat im Juni 2009 in Kraft. Sie zielt auf eine Verbesserung und Erweiterung des EU-Emissionshandelssystems. Diese Richtlinie enthält Vorschriften für alle am Emissionshandel teilnehmenden Sektoren und nur sehr wenige luftverkehrsspezifische Bestimmungen. Die meisten der oben dargestellten Regelungen werden auch weiterhin Gültigkeit haben. Die Gesamtzahl der an die Fluggesellschaften auszugebenden Emissionszertifikate soll dann jedoch nur noch 95 Prozent der historischen Luftverkehrsemissionen multipliziert mit der Anzahl der Jahre der Budgetperiode betragen. Die Nutzung der projektbezogenen Kyoto-Instrumente JI und CDM wird für Fluggesellschaften beträchtlich eingeschränkt. Im Zeitraum von 2013 bis 2020 können die Fluggesellschaften Emissionsrechte aus JI- und CDM-Projekten nur noch in einem Umfang von bis zu 1,5 Prozent der jährlich nachzuweisenden Zertifikate nutzen. Der Zukauf von Emissionsrechten aus stationären Quellen ist hingegen weiterhin unbegrenzt möglich.

### 3 Modellierung der Verkehrsleistung und der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs

Die Modellierung der Einbeziehung des Luftverkehrs in den EU-Emissionshandel erfordert die Schätzung sowohl des Treibstoffverbrauchs des EU-ETS-relevanten Luftverkehrs (und damit der CO<sub>2</sub>-Emissionen) als auch der entsprechenden Verkehrsleistung, gemessen in Tonnenkilometern. Eine derartige Schätzung ist aufwendig, da bis heute keine detaillierten und öffentlich zugänglichen Statistiken zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen des europäischen Luftverkehrs vorliegen. Der für unsere Studie gewählte Ansatz kombiniert Flugplandaten mit einer Flugleistungssoftware. Die Flugpläne des Datenanbieters OAG für die Jahre 2004 bis 2008 wurden dabei um einen zusätzlichen Flugplan für Nur-Frachtflüge ergänzt. OAG-Flugplandaten wurden als Datengrundlage gewählt, weil umfassende Daten zu tatsächlichen Flugbewegungen nicht öffentlich zugänglich sind. Flüge mit Start und Landung in der Europäischen Union wurden durch die Betrachtung der Ländercodes von Abflugs- und Zielländern identifiziert. Obwohl einige im Auftrag von Reiseveranstaltern durchgeführte Charterflüge und Ad-hoc-Charterflüge nicht in den OAG-Daten enthalten sind, erachten wir diese aufgrund der folgenden Überlegungen als gute Indikatoren für das Luftverkehrsvolumen im Passagierluftverkehr:

- Laut Berechnungen des DLR auf der Grundlage von EUROSTAT-Zahlen für 2007 beträgt der Anteil an außerplanmäßigen Flügen ungefähr 12 Prozent aller Passagierflüge nach Instrumentenflugregeln (EUROSTAT 2009). Angesichts der Tatsache, dass die OAG-Daten alle planmäßigen und einige außerplanmäßigen Flüge enthalten, sollte der

Anteil der nicht in den OAG-Daten enthaltenen Passagierflüge unterhalb dieser Zahl liegen.

- Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Großteil der nicht in den OAG-Daten enthaltenen außerplanmäßigen Flüge vom EU-Emissionshandel ausgenommen ist, zum Beispiel Flüge mit Maschinen, die weniger als 5 700 Kilogramm höchstzulässige Startmasse aufweisen oder unter die De-minimis-Klausel fallen.
- Da üblicherweise einige Flüge annulliert werden, wird das tatsächliche Verkehrsvolumen in den auf geplanten Flügen beruhenden OAG-Daten leicht überschätzt. Diese etwas zu hohe Schätzung dürfte die nicht in den OAG-Daten enthaltenen außerplanmäßigen Passagierflüge in etwa ausgleichen.

In Bezug auf den Luftfrachtmarkt hingegen sind die Flugplandaten von OAG weniger befriedigend, da dort die meisten Expressfrachtflüge und alle Ad-hoc-Flüge fehlen. Zur Verbesserung der Datensituation im Frachtsektor haben wir daher einen Flugplan zusammengestellt, der einen Großteil der nicht in den OAG-Daten erfassten, regelmäßigen Nur-Frachtflüge aus und nach Europa enthält. Dieser zusätzliche Plan besteht hauptsächlich aus Fluginformationen, die den Ankunfts- und Abflugplänen von Flughäfen, den Pressemitteilungen von Luftfrachtunternehmen sowie von Luftfahrtenthusiasten betriebenen Internetseiten entnommen wurden. Somit stellen im Frachtverkehr die ad-hoc-Charterverkehre die einzige nennenswerte Lücke dar.

Zur Berechnung des Treibstoffverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen der in den Flugplänen aufgeführten Flüge wurde die am Institut für Antriebstechnik des DLR entwickelte Flugleistungssoftware „VarMission“ eingesetzt. Diese Software stützt sich auf Daten aus verschiedenen Quellen, hauptsächlich auf die EUROCONTROL-Datenbank „Base of Aircraft Data“ (BADA) (2004), welche Informationen zu 91 Flugzeugtypen – darunter die meisten großen Passagierflugzeuge – enthält. Flugzeuge, für welche keine Daten vorliegen, können durch Typen mit ähnlichen Eigenschaften dargestellt werden. Berechnungen von Treibstoffverbrauch und Emissionen auf der Grundlage von BADA-Daten wurden in der Vergangenheit auf internationaler Ebene bereits für Emissionskataster des weltweiten Luftverkehrs genutzt (zum Beispiel für die SAGE-Kataster der FAA) und können für derartige Anwendungen als Standard gelten (Federal Aviation Administration 2005).

Die Flugleistungssoftware simuliert die folgenden Flugphasen: den Rollweg am Boden (sogenanntes *taxi*), Start, Steigflug, Reiseflug sowie Anflug und Landung am Zielflughafen. Der Treibstoffverbrauch eines Fluges wird dabei iterativ berechnet, wobei das Flugzeuggewicht aufgrund des Treibstoffverbrauchs während des Fluges in jedem Berechnungsschritt reduziert wird. Da das Startgewicht anfänglich nicht bekannt ist, führt das Programm die Simulation „rückwärts“ durch, das heißt, es beginnt mit dem Leergewicht des Flugzeugs plus Nutzlast, berechnet die Reservetreibstoffmenge und simuliert dann alle Flugphasen in umgekehrter Reihenfolge. Hierbei wird der gesamte Treibstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen berechnet. Bei der Schätzung der Flugdistanz jedes Fluges wurde auf die Großkreisentfernung zwischen Start- und Zielflughafen ein empirischer Umwegfaktor angewandt. Dieser Faktor liegt zwischen 1,06 bei Kurzstreckenflügen (bis zu 500 Kilometer) und etwa 1,03 bei langen Strecken.

Die für jeden Flug angenommene Nutzlast wird durch die Multiplikation der maximalen Nutzlast des Flugzeugs mit einem Auslastungsgrad berechnet. Während die Flugpläne Informationen zur Sitzplatzkapazität jedes Flugs enthalten, mussten die tatsächliche Anzahl der Fluggäste sowie die (gesamte) transportierte Nutzlast abgeschätzt werden. Zu diesem Zweck wurde jeder in den Flugplänen aufgeführte Flug durch Auslastungsfaktoren aus verschiedenen Quellen ergänzt. Die Quellen, die zur Feststellung sowohl des Sitzladefaktors als auch des Nutzladefaktors verwendet wurden, umfassen die Datenbank „Traffic by Flight Stage“ der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) sowie die ICAO „Air Carrier“ Statistiken (2009). Durch die Verknüpfung dieser Daten mit den aus den Flugplänen entnommenen Kapazitäten wurde eine Schätzung der Verkehrsleistung für die Jahre 2004 bis 2008 vorgenommen.

Da der EU-Emissionshandel im Jahre 2012 eingeführt wird, wurden auf der Grundlage der neuesten verfügbaren Verkehrszahlen Flugplanprognosen erstellt. Angesichts der aktuellen wirtschaftlichen Lage wurde für die Zeit zwischen 2008 und 2010 kein Verkehrswachstum angenommen. Für die Jahre 2010 bis 2012 hingegen wurden auf die Flugpläne des Basisjahrs 2008 regionale Wachstumsfaktoren auf der Grundlage gängiger Marktprognosen (dem Airbus Global Market Forecast (2007), dem Current Market Outlook von Boeing (2008) und dem Market Outlook von Rolls-Royce (2007), Prognose der Arbeitsgruppe Forecast and Economic Subgroup (FESG) der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO (2007)) angewandt und so eine Prognose bis zum Jahr 2012 erstellt. Angenommen wurde jeweils die mittlere jährliche Wachstumsrate aller vier Marktprognosen für jedes Regionen- oder Länderpaar (sogenannte Konsensprognose). Das prognostizierte jährliche Wachstum für den Luftverkehr von und nach Europa, bezogen auf Passagierkilometer, liegt zwischen 3,4 Prozent (bei Flügen innerhalb Westeuropas) und 6,0 Prozent (bei Flügen zwischen Südostasien und Westeuropa). Auf dem Frachtmarkt sind die prognostizierten Wachstumsraten in der Regel höher: Sie variieren zwischen 4,15 Prozent (innerhalb Europas) und 7,45 Prozent (zwischen China und Europa).

Die Prognose des Verkehrsvolumens basiert auf der Annahme, dass die jüngsten Marktentwicklungen wie etwa die stark schwankenden Ölpreise oder die Kosten des EU-Emissionshandels mittel- und langfristig keine nachhaltig negativen Auswirkungen auf das Wachstum des Luftverkehrssektors haben. So deuten mehrere Studien darauf hin, dass die Fluggesellschaften in der Lage sein werden, die zusätzlichen Kosten in großem Umfang auf die Kunden zu überwälzen, von denen viele nicht sehr preissensibel sind (siehe zum Beispiel Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006), Scheelhaase et al. (2010)).

Die Einführung von treibstoffeffizienteren Flugzeugen, potenzielle Verbesserungen im Bereich des Luftverkehrsmanagements sowie eine weitere Steigerung der Auslastung wurden berücksichtigt, indem von einer autonomen Effizienzsteigerung um ein Prozent pro Jahr und somit einem entsprechenden Rückgang des Treibstoffverbrauchs und der spezifischen Emissionen pro Tonnenkilometer ausgegangen wurde. Dieser Wert basiert auf langfristigen Beobachtungen des Luftverkehrssystems und entspricht den IATA-Zielen im Bereich Treibstoffeffizienz für die Jahre 2000 bis 2010 (IATA 2004). Diese Annahme stellt vereinfacht die Effizienzgewinne dar, die im Luftverkehr beispielsweise durch die Optimierung von Betriebsverfahren und der Luftraumnutzung sowie durch die Einführung von größeren, moderneren und treibstoffeffizienteren Flugzeugen erzielt werden.

## 4 Modellierung des geplanten EU-Emissionshandelssystems

### 4.1 Übersicht

Die Verkehrsleistung in Tonnenkilometern sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs von und nach Europa können auf Grundlage der weltweiten Flugbewegungen modelliert werden. Der Modellierungsansatz basiert auf den Bestimmungen der Richtlinie 2008/101/EG (Rat der Europäischen Union 2009a). Der für das Emissionshandelssystem angenommene regionale Geltungsbereich umfasst alle Flüge aus der und in die EU sowie Routen innerhalb von Gebieten in äußerster Randlage. Obwohl eine Beteiligung der EFTA-Staaten (Europäische Freihandelsorganisation) am geplanten Emissionshandelssystem wahrscheinlich ist, werden innerhalb und zwischen Norwegen, der Schweiz, Island und anderen Nicht-EU-Staaten durchgeführte Flüge nicht in unser Modell einbezogen.

Um die De-minimis-Klausel (siehe Kapitel 2) im Modell zu berücksichtigen, werden zunächst die Luftverkehrsbetreiber, die für das Jahr 2010 weniger als 10000 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen oder weniger als 729 Flüge aufweisen, identifiziert. Die Ergebnisse des Modells zeigen, dass keine der Fluggesellschaften, die in den OAG-Flugplänen aufgeführt sind und Strecken in die oder aus der EU anbieten, weniger als 10000 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr ausstößt. Es wurden jedoch 95 Fluggesellschaften identifiziert, die weniger als 729 Flüge pro Jahr durchführen. Diese Fluggesellschaften sind gemäß den Berichterstattungsstandards des EU-Emissionshandels verantwortlich für ungefähr ein Prozent der Gesamtemissionen und zwei Prozent der ausgelasteten Tonnenkilometer. Der Einfachheit halber wurde auf Überprüfungen von Strecken im Rahmen von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen und innerhalb von Gebieten in äußerster Randlage verzichtet, da sowohl die Emissionen als auch die verkauften Tonnenkilometer (*revenue tonne-kilometres*; RTK) dieser Flüge vernachlässigbar sind: Sie stellen weniger als 0,1 Prozent der gesamten RTK auf Flügen in die und aus der EU dar. Tatsächlich werden die meisten Strecken im Rahmen von gemeinwirtschaftlichen Verpflichtungen in der EU Emissionsrechte erfordern, da diese das Ausschlusskriterium von jährlich 30000 angebotenen Sitzplätzen (was lediglich 82 Sitzplätzen pro Tag entspricht) übersteigen.

Die wichtigsten Elemente für eine Modellierung der wirtschaftlichen Auswirkungen des EU-Emissionshandels auf den Luftverkehr sind die Erstzuteilung von CO<sub>2</sub>-Emissionsrechten und die zukünftige Entwicklung der Preise für diese Zertifikate, deren Modellierung im Folgenden erläutert wird.

### 4.2 Erstzuteilung von CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikaten

Der erste Schritt bei der Modellierung der Erstzuteilung von Zertifikaten ist die Berechnung der Gesamtzahl an Emissionszertifikaten, die in der ersten Handelsperiode im Jahr 2012 für den Luftverkehrssektor zur Verfügung stehen. Das Gesamtvolumen beträgt 97 Prozent der durchschnittlichen historischen Luftverkehrsemissionen der Jahre 2004 bis 2006:

$$\text{Gesamtmenge an Emissionsrechten}_{2012} = 0.97 \times \text{Historische Luftverkehrsemissionen}_{2004-2006} \quad (1)$$

Da 15 Prozent aller Zertifikate versteigert werden, wird die Anzahl der kostenfrei an die Fluggesellschaften abzugebenden Zertifikate folgendermaßen berechnet:

$$\text{Kostenfrei zugeteilte Emissionsrechte}_{2012} = 0.85 \times \text{Gesamtmenge an Emissionsrechten}_{2012} \quad (2)$$

Zur Berechnung des sogenannten Benchmarks, also des Richtwerts für die kostenfreie Zuteilung von Zertifikaten an jede einzelne Fluggesellschaft im Jahr 2012, wird die Gesamtzahl der kostenfrei zu vergebenden Zertifikate durch die für 2010 gemeldeten verkauften Tonnenkilometer dividiert:

$$\text{Benchmark}_{2012} = \frac{\text{Kostenfrei zugeteilte Emissionsrechte}_{2012}}{\text{Gemeldete RTK}_{2010}} \quad (3)$$

Im Einklang mit der EU-Richtlinie (Rat der Europäischen Union 2009a) sind bei der Berechnung der gemeldeten RTK für jeden Flug ein Passagiergewicht von 100 Kilogramm sowie ein fixer Aufschlag auf die Großkreisentfernung von 95 Kilometern zu berücksichtigen.

#### 4.3 Entwicklung der Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionszertifikate bis 2020

Die zukünftige Entwicklung der Preise von EU-Emissionsberechtigungen (EUA) sowie von Emissionsrechten aus Joint-Implementation- (Emission Reduction Unit, ERU) und Clean Development Mechanism-Projekten (Certified Emission Reduction, CER) ist eine wichtige Determinante für die wirtschaftlichen Auswirkungen des EU-Emissionshandels auf den Luftverkehrssektor. Unsere Annahmen zu den Preisen für Emissionsrechte in den Jahren 2012 und 2020 basieren auf aktuellen Forschungsergebnissen, die in der einschlägigen Literatur veröffentlicht wurden (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2006, ICF 2006, Lewis et al. 2008, New Carbon Finance 2008 und UBS 2007), sowie auf den folgenden Überlegungen:

1. Der Preis für Emissionsrechte wird unmittelbar von den Vermeidungskosten für eine zusätzliche Einheit CO<sub>2</sub> bestimmt, denn Emittenten können entweder ihre CO<sub>2</sub>-Emissionen verringern oder CO<sub>2</sub>-Emissionsrechte kaufen, um ihre individuellen Minderungsziele im Rahmen eines Emissionshandelssystems zu erreichen. Im Laufe der Zeit wird sich die CO<sub>2</sub>-Vermeidung durch die Senkung der Gesamtzertifikatmenge im EU-Emissionshandelssystem relativ verteuern. Einige Wissenschaftler sind der Ansicht, dass das ehrgeizige CO<sub>2</sub>-Minderungsziel der Europäischen Kommission bis zum Jahr 2020 nur erreicht werden kann, wenn in großem Umfang CCS-Kohlekraftwerke (Kohlekraftwerke, die mit Technologien zur CO<sub>2</sub>-Sequestration und Speicherung ausgestattet sind) und erneuerbare Energiequellen eingesetzt werden. Mittelfristig könnte dies Preise von 35 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> bis zu 40 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> zur Folge haben (Lewis et al. 2008). Aus diesem Grunde gehen wir für den Zeitrahmen 2008 bis 2012 von einem Maximalpreis für Emissionsrechte von 40 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> aus.
2. Die Möglichkeit, im Jahr 2012 nicht genutzte Zertifikate auch in der nächsten Handelsperiode einzusetzen, dürfte zu einer Angleichung der EUA-Preise in beiden Handelsperioden (2008 bis 2020) führen.
3. Die Einbeziehung des Luftverkehrssektors, der Aluminiumindustrie, der petrochemischen und der Ammoniakindustrie in den EU-Emissionshandel ab dem Jahr 2012



Tabelle 1

**Annahmen zu den zukünftigen EUA- und CER-/ERU-Preisentwicklungen**

<b>Emissionsrechteart</b>	<b>EUA</b>		<b>CER/ERU</b>	
	2008–2012	2013–2020	2008–2012	2013–2020
Handelsperiode	2008–2012	2013–2020	2008–2012	2013–2020
Euro pro Tonne CO <sub>2</sub>	25–40	40–55	21–37	37–52

Quelle: DLR.

dürfte die EUA-Preise nicht maßgeblich erhöhen. Dies wurde in einer Reihe von Untersuchungen gezeigt, zum Beispiel in ICF (2006) und Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006). Die Erhöhung des Anteils der zu versteigernden Zertifikate sowie das relativ ehrgeizig festgelegte Emissionsreduktionsziel für Treibhausgase bis zum Jahre 2020 wird jedoch Preiserhöhungen für EUA zur Folge haben.

4. Die Preise für CERs und ERUs werden die Entwicklung der EUA-Preise im Prinzip widerspiegeln, da die Preise für diese projektbezogenen Emissionsrechte ebenfalls durch die oben dargelegten Determinanten bestimmt werden. Aufgrund eines (im Vergleich zu den EUA) etwas höheren Risikos des Non-Compliance (Nichteinhaltung der Emissionsreduktionsverpflichtung) bei CERs und ERUs liegen die CER-/ERU-Preise bereits seit geraumer Zeit etwas niedriger als die EUA-Preise. Es spricht vieles dafür, dass dieser Unterschied zwischen den Preisen beider Arten von Emissionsrechten, der im Augenblick circa vier Euro beträgt, auch in Zukunft in etwa bestehen bleibt.

Aus diesem Grund gehen wir für die Jahre 2008 bis 2012 und 2013 bis 2020 von einem Preisspektrum für EUA und CER/ERU aus, wie es in Tabelle 1 dargestellt ist. Wegen des eher hohen Grades an Unsicherheit hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen geben wir für jede Handelsperiode und jede Emissionsrechteart eine Preisspanne an. Um Komplexitätsgrad zu verringern, können unsere modellgestützten Schätzungen jedoch lediglich die für die EUA angenommenen Preise berücksichtigen.

## 5 Ergebnisse

### 5.1 Weltweite Verkehrsleistung

Die modellierten CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Verkehrsleistung für Flüge von und nach EU-Flughäfen können mit Hilfe öffentlich zugänglicher Daten nicht unmittelbar validiert werden. Da das vorliegende Modell nicht nur Flüge mit EU-Bezug, sondern das weltweite Luftverkehrssystem umfasst, ist es jedoch möglich, die Ergebnisse für die globale Verkehrsleistung mit den von der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO veröffentlichten Statistiken zu vergleichen. Aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit im Bereich der Integrator- und Fracht-Charterflügen ist jedoch zu vermuten, dass das Modell die Anzahl dieser Flüge systematisch unterschätzt und damit auch die Emissionen und Verkehrsleistungen etwas zu niedrig ansetzt. In Tabelle 2 findet sich ein Vergleich der Modellergebnisse mit den ICAO-Daten für den Linienluftverkehr weltweit.

Zwischen der modellierten Verkehrsleistung und den ICAO-Daten auf globaler Ebene besteht eine Differenz von bis zu fünf Prozent. Im Allgemeinen scheint das Modell im

Tabelle 2

**Vergleich ausgewählter Modellergebnisse mit ICAO-Daten für den Linienluftverkehr weltweit**

<b>Jahr</b>	<b>Flugkilometer in Millionen (modelliert)</b>	<b>Flugkilometer in Millionen (ICAO)</b>	<b>Differenz in Prozent</b>
2004	30 103	29 170	3,2
2005	32 362	30 850	4,9
2006	33 541	32 125	4,4

<b>Jahr</b>	<b>ASK in Milliarden (modelliert)</b>	<b>ASK in Milliarden (ICAO)</b>	<b>Differenz in Prozent</b>
2004	4866,1	4704,7	3,4
2005	5209,1	4975,9	4,7
2006	5444,1	5198,9	4,7

<b>Jahr</b>	<b>RPK in Milliarden (modelliert)</b>	<b>RPK in Milliarden (ICAO)</b>	<b>Differenz in Prozent</b>
2004	3565,3	3445,3	3,5
2005	3867,7	3721,7	3,9
2006	4107,6	3938,8	4,3

<b>Jahr</b>	<b>RTK in Millionen modelliert)*</b>	<b>RTK in Millionen (ICAO)</b>	<b>Differenz in Prozent</b>
2004	459598	458910	0,1
2005	500464	487860	2,6
2006	516998	516700	0,1

\* Unter Annahme eines Passagiergewichts von 90 kg, entsprechend ICAO (2009).

Quelle: DLR-Modellergebnisse, ICAO-Daten (2008) und Air Transport Association (2009).

Vergleich zu den ICAO-Statistiken die verfügbaren Sitzplatzkilometer (ASK) und die Passagierkilometer (RPK) leicht zu überschätzen. Die berechneten Tonnenkilometer (RTK) liegen sehr nahe am Referenzwert, doch angesichts der unvollständigen Einbeziehung von Nur-Frachtflügen in unserem Modell scheint sich dies mit der leicht überhöhten Abschätzung von ASK und RPK auszugleichen. Zudem stellt sich die Frage nach der Vollständigkeit der von der ICAO veröffentlichten Daten, die für den Vergleich herangezogen wurden. Da ICAO diese Daten von den jeweiligen Staaten erhält, dürften sowohl Qualität als auch Abdeckungsgrad eher heterogen sein.

**5.2 Verkehrsleistung und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Flüge von und nach EU-Flughäfen und die für Fluggesellschaften verfügbaren Zertifikate**

Die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flügen mit Start oder Landung an EU-Flughäfen sowie die entsprechende Verkehrsleistung werden in Tabelle 3 dargestellt. Die durchschnittlichen jährlichen Emissionen von 2004 bis 2006 betragen 183,3 Millionen Tonnen. Unter Berücksichtigung der De-minimis-Klausel und unter Abzug der Emissionen von Fluggesell-

Tabelle 3

### Historische Verkehrsleistung und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flügen von/nach EU-Flughäfen

Jahr	RTK in Millionen (modelliert)*	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Millionen Tonnen (modelliert)
2004	175 214	171,5
2005	193 209	185,7
2006	202 600	192,7
Ø 2004–2006	190 341	183,3

\* Unter Annahme eines Passagiergewichts von 90 kg, entsprechend ICAO (2009).

Quelle: DLR-Modellerggebnisse.

schaften mit weniger als 729 Flügen pro Jahr werden die historischen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die unter das EU-Emissionshandelssystem fallen, auf 180,9 Millionen Tonnen geschätzt. Es ist anzumerken, dass durch den EU-Emissionshandel ungefähr ein Drittel der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs reguliert werden wird.

Nach unserem Modell werden für den Luftverkehr im Jahr 2012 etwa 175,5 Millionen Zertifikate für CO<sub>2</sub>-Emissionen geschaffen (180,9 Millionen Tonnen abzüglich drei Prozent Minderung). Jedes Zertifikat verbietet das Recht, eine Tonne CO<sub>2</sub> zu emittieren. 85 Prozent aller Zertifikate, das heißt 149,2 Millionen, werden kostenfrei vergeben, während die restlichen 15 Prozent (26,3 Millionen Zertifikate) versteigert werden. Angesichts des geschätzten zukünftigen Preisspektrums für Zertifikate (25 Euro bis 40 Euro), werden die EU-Mitgliedstaaten zwischen 660 Millionen und 1 050 Millionen Euro aus der Versteigerung von Zertifikaten erzielen.

Informelle Einschätzungen von an der offiziellen Festlegung des Caps beteiligter Experten, im Oktober 2009 deuten darauf hin, dass unser Modell den Cap um zehn bis 15 Prozent unterschätzt. Diese leichte Unterbewertung kann verschiedene Gründe haben, deren Analyse jedoch erst möglich ist, wenn der politisch brisante Cap des EU-Emissionshandels offiziell veröffentlicht wird. Aktueller Stand ist, dass diese Veröffentlichung auf 2010 verschoben wurde.

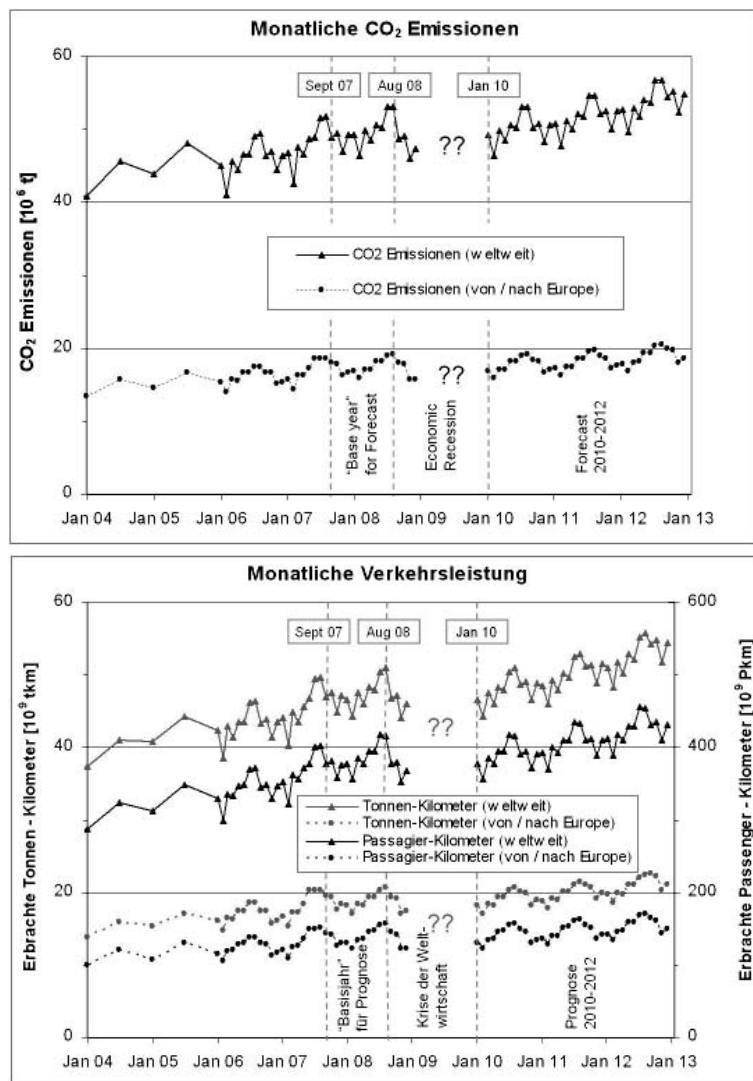
### 5.3 Berechnung des Benchmarks

Für das Jahr 2010 schätzen wir, dass die Verkehrsleistung sämtlicher Flüge mit Start oder Landung an EU-Flughäfen bei 229 196 Millionen zurückgelegten Tonnenkilometern liegen wird (siehe Tabelle 4). Dies entspricht gemäß Berichterstattungsstandards des EU-Emissionshandels 254 400 Millionen Tonnenkilometern. Der Unterschied zwischen diesen beiden Werten erklärt sich durch den fixen Zuschlag von 95 Kilometer zur Großkreisentfernung jedes Fluges für die Berücksichtigung von Ineffizienzen bei der Flugsicherung sowie durch die Annahme eines einheitlichen Gewichts pro Fluggast von 100 Kilogramm gemäß EU-Richtlinie 2008/101/EG zur Umwandlung von Passagierkilometern in Tonnenkilometer.

Abbildung 1

### Historische und prognostizierte Verkehrsleistung und CO<sub>2</sub>-Emissionen

(bei der Verkehrsleistung wird gemäß ICAO (2009) von einem Passagiergewicht von 90 kg ausgegangen)



Quelle: DLR-Modellergebnisse auf der Grundlage von OAG Aviation Solutions (2004–2008), ergänzt durch Nur-Frachtdienste von/nach EU-Flughäfen.

Luftfahrtunternehmen, die weniger als 729 Flüge pro Jahr in der EU durchführen, werden nicht dazu verpflichtet sein, sich am EU-Emissionshandel zu beteiligen. Daher wurde deren Verkehrsleistung bei der Berechnung des Benchmarks ausgeschlossen. Im Jahr 2010 gilt dies für 95 Fluggesellschaften mit 5 166 Millionen gemeldeten Tonnenkilometern, was ungefähr zwei Prozent der gesamten Tonnenkilometer aller Flüge mit Start oder Landung an EU-Flughäfen entspricht. Der Benchmark, also der Richtwert, den man durch die Division der Anzahl kostenfrei zu vergebender Zertifikate durch die für das Jahr 2010 gemel-

Tabelle 4

### Prognostizierte Verkehrsleistung und CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flügen in die/aus der EU

Jahr	RTK in Millionen (modelliert)*	CO <sub>2</sub> -Emissionen in Millionen Tonnen (modelliert)
2008	224750	208,9
2010	229196	211,6
2012	251215	226,4

\* Unter Annahme eines Passagiergewichts von 90 kg, entsprechend ICAO (2009).

Quelle: DLR-Modellergebnisse.

deten Tonnenkilometer berechnet, wird von unserem Modell auf 0,6 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro RTK geschätzt.

#### 5.4 Kostenfrei zugeteilte Zertifikate versus Emissionen im Jahr 2012 und Kosten des Zukaufs an Emissionsrechten für die Luftverkehrsunternehmen

Ein wichtiger Parameter zur Schätzung der für den Luftverkehr anfallenden Kosten durch den EU-Emissionshandel ist die Differenz zwischen der Anzahl kostenfrei zu vergebender Zertifikate und der Anzahl von Zertifikaten, die für die erste Handelsperiode tatsächlich benötigt werden. Auf der Basis unserer Prognose schätzen wir, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Flügen mit Start oder Landung an EU-Flughäfen im Jahr 2012 insgesamt etwa 226,4 Millionen Tonnen betragen werden. Unter Einbeziehung der De-minimis-Klausel und unter Ausschluss der Fluggesellschaften mit weniger als 729 Flügen pro Jahr werden Emissionen von 223,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> vom EU-Emissionshandel erfasst.

Wenn 149,2 Millionen Zertifikate kostenfrei vergeben werden (siehe oben), müssen die Fluggesellschaften Zertifikate für etwa 74,4 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen zukaufen. Unter Berücksichtigung des geschätzten Preisspektrums für Zertifikate von 25 Euro bis 40 Euro werden die Kosten für den Erwerb von Zertifikaten im Jahr 2012 für den gesamten, dem EU-Emissionshandel unterliegenden Luftverkehr zwischen 1,9 und 3,0 Milliarden Euro betragen (Auktionierung plus Zukauf aus anderen Sektoren). Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Fluggesellschaften CO<sub>2</sub>-Zertifikate für ungefähr 48,1 Millionen Tonnen von anderen Sektoren kaufen müssen, da gemäß der Richtlinie 2008/101/EG lediglich 175,5 Millionen neue Zertifikate für den Luftverkehr zur Verfügung stehen werden.

#### 5.5 Vergleich der Kosten für den Zukauf von Emissionsrechten für verschiedene Gruppen von Fluggesellschaften

Da die Prognose für die zukünftige Entwicklung einzelner Fluggesellschaften mit Unsicherheiten behaftet ist, konzentrieren wir uns in der folgenden Untersuchung auf Fluggesellschaften, die wir aufgrund ihrer geografischen Herkunft sowie aufgrund ihres Geschäftsmodells in Gruppen zusammenfassen.

In Tabelle 5 werden die prognostizierten CO<sub>2</sub>-Emissionen, die geschätzte Anzahl von kostenfrei zugeteilten Zertifikaten sowie die potentiellen Kosten für den Zukauf von Emissionsrechten für drei Gruppen von Fluggesellschaften dargestellt. Die Gruppe der zehn größten EU-Netzwerk-Carrier umfasst die in der EU ansässigen Netzwerk-Carrier mit der höchsten Verkehrsleistung gemessen in RTK, das heißt Lufthansa, British Airways, Air France, KLM, Iberia, Virgin Atlantic, Alitalia, SAS, TAP und Finnair. Die Gruppe der zehn größten Nicht-EU-Netzwerk-Carrier beinhaltet Singapore Airlines, American Airlines, Emirates, United Airlines, Delta Air Lines, Cathay Pacific, Continental, Thai, Korean Air und JAL. Die Gruppe der zehn größten in der EU ansässigen Billig- und Charterfluggesellschaften besteht aus Ryanair, easyJet, Air Berlin, Condor, LTU, First Choice Airways, TUIfly, Corsair, Thomsonfly und Jet2.com.

Unser Modell bestätigt frühere Erkenntnisse der Autoren (Scheelhaase et al. 2010), dass in der EU ansässige Netzwerk-Carrier im Vergleich zu ihren nicht in der EU ansässigen Konkurrenten einen Wettbewerbsnachteil erleiden: Tabelle 5 zeigt, dass der Anteil von kostenfrei zugeteilten Zertifikaten im Verhältnis zu den für den Betrieb der Fluggesellschaften erforderlichen Zertifikaten bei den in der EU-ansässigen Netzwerk-Carrier deutlich niedriger ist als bei ihren nicht in der EU-ansässigen Konkurrenten. Dies lässt sich dadurch erklären, dass die in der EU-ansässigen Luftfahrtgesellschaften ihr Zubringer-Netzwerk unter dem EU-Emissionshandelssystem betreiben, während die nicht in der EU ansässigen Luftfahrtgesellschaften nur Langstreckenflüge mit im Vergleich niedrigeren spezifischen Emissionen unter diesem System durchführen.

Der Anteil der kostenfrei zugeteilten Zertifikate für Low-Cost- und Charterfluggesellschaften liegt zwischen den entsprechenden Prozentsätzen für in der EU ansässige und nicht in der EU ansässige Netzwerk-Carrier. Obwohl die meisten von den Low-Cost-Carriern geflogenen Routen relativ kurz sind, verfügen diese Fluggesellschaften über eine

Tabelle 5

### Erstzuteilung prognostizierter Emissionen und Kosten des Zukaufs an Emissionsrechten verschiedener Gruppen von Fluggesellschaften

	<b>10 größte EU-Netzwerk-Carrier</b>	<b>10 größte Nicht-EU-Netzwerk-Carrier</b>	<b>10 größte EU-Low-Cost- und Charterfluggesellschaften</b>
Kostenfreie Zuteilung von EU-Zertifikaten für 2012 in Millionen Tonnen	60,8	24,0	13,5
Prognostizierte CO <sub>2</sub> -Emissionen für 2012 in Millionen Tonnen	93,0	31,8	19,1
Anteil der kostenfreien Zuteilung	65,4	75,6	70,7
Zu erwerbende EU-Zertifikate in Millionen Tonnen	32,2	7,8	5,6
Erwerbskosten für zusätzliche Zertifikate (25 Euro pro Zertifikat) in Millionen Euro	805,3	193,9	140,0
Erwerbskosten für zusätzliche Zertifikate (40 Euro pro Zertifikat) in Millionen Euro	1288,5	310,2	224,0

Quelle: DLR-Modellergebnisse.

hohe Sitzdichte, einen hohen Passagierladefaktor sowie moderne Flugzeuge, was einen relativ hohen Prozentsatz an kostenfreien Zuteilungen zur Folge hat. Da jedoch im vorliegenden Modell angenommen wird, dass sich die Low-Cost- und Charterfluggesellschaften mit einer marktdurchschnittlichen Wachstumsrate entwickeln, könnte sich ein stärkeres Wachstum des Verkehrs und ein Anstieg der Emissionen für diese Fluggesellschaften letztendlich in einem niedrigeren Anteil an der kostenfreien Zuteilung und daher in höheren Kosten des Erwerbs von Emissionsrechten niederschlagen.

## 6 **Schlussfolgerung**

In der vorliegenden Forschungsarbeit haben wir ein neues DLR-Simulationsmodell verwendet. Dieses Modell ist eines der ersten seiner Art, das die ökonomischen Effekte des EU-Emissionshandels sowohl auf den Luftverkehrssektor insgesamt als auch auf ausgewählte Gruppen von Fluggesellschaften simulieren kann. Die vier wichtigsten Ergebnisse unserer Untersuchung können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Erstens: Falls es der EU (wie beabsichtigt) gelingt, auch die Nicht-EU-Luftverkehrsunternehmen in das EU-Emissionshandelssystem einzubeziehen, wird eine relativ ambitionierte Treibhausgasreduktion ermöglicht: Grobe Abschätzungen zeigen, dass ungefähr ein Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen des weltweiten Luftverkehrs unter die neue Regelung fallen würde.

Zweitens: Der Benchmark, der der Erstzuteilung von Zertifikaten an Fluggesellschaften zugrunde liegt, wird von unserem Modell auf etwa 0,60 Kilogramm CO<sub>2</sub> pro RTK geschätzt. Abgesehen von einigen wenigen Ausnahmen werden praktisch alle Passagierfluggesellschaften zusätzliche CO<sub>2</sub>-Zertifikate für ihren Flugbetrieb 2012 und den Folgejahren erwerben müssen. Im Durchschnitt werden alle Luftverkehrsunternehmen, die im Jahr 2012 an EU-Flughäfen starten oder landen, Zertifikate für ungefähr ein Drittel ihrer Emissionen kaufen müssen.

Drittens: Auf der Grundlage der geschätzten Preisentwicklung für Emissionsrechte (25 Euro bis 40 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>) werden allein im Jahr 2012 Gesamtkosten für den Luftverkehrssektor zwischen 1,9 und 3,0 Milliarden Euro erwartet. Da das Potential für endogen erzielte Emissionsminderungen im Luftverkehr eher niedrig ist, werden die Fluggesellschaften von stationären Quellen in der EU Zertifikate für ungefähr 48,1 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> kaufen müssen.

Viertens: Eine genauere Untersuchung ausgewählter Gruppen von Fluggesellschaften zeigt, dass die europäischen Netzwerk-Carrier durch den EU-Emissionshandel einen Wettbewerbsnachteil gegenüber ihren nicht in der EU ansässigen Konkurrenten hinnehmen müssen. Bei EU-Netzwerk-Fluggesellschaften wird der Anteil an kostenfrei zugeteilten Zertifikaten im Verhältnis zu den insgesamt erforderlichen Zertifikaten merklich unter dem Niveau bleiben, das für die Nicht-EU-Netzwerk-Carrier berechnet wurde. Dies erklärt sich dadurch, dass die in der EU ansässigen Luftverkehrsunternehmen auch ihr Zubringer-Netzwerk mit seinen relativ hohen spezifischen Emissionen unter dem EU-Emissionshandelssystem betreiben (müssen), während bei Nicht-EU-Netzwerkfluggesellschaften lediglich Langstreckenflüge von und nach Europa unter das EU-ETS fallen werden. Hier zeigt sich ein systembedingter Wettbewerbsnachteil für EU-Netzwerk-Carrier.

## 7 Urheberrechte/Impressum

Produziert mit der EUROCONTROL Base of Aircraft Data (BADA). Das Tool BADA ist Eigentum von EUROCONTROL ©2006 Alle Rechte vorbehalten.

Die hierin enthaltenen Flugleistungsdaten basieren auf Daten der EUROCONTROL Base of Aircraft Data (BADA). Es ist anzumerken, dass die in der BADA enthaltenen Flugzeugleistungsmodelle und -daten von EUROCONTROL anhand einer Reihe von Flugzeugbetriebsbedingungen, die EUROCONTROL zur Verfügung stehen, entwickelt wurden. EUROCONTROL hat die BADA-Flugzeugmodelle lediglich für diese Bedingungen validiert und kann keine Verantwortung für die Richtigkeit des Modells unter Betriebsbedingungen übernehmen, die nicht den Referenzbedingungen entsprechen.

### Literaturverzeichnis

- Airbus (2007): Global Market Forecast. Blagnac Cedex 2007.
- Air Transport Association (2009): Annual Traffic and Ops: World Airlines. *www.airlines.org/economics/traffic/World+Airline+Traffic.htm*. Stand: 1. April 2009.
- Boeing (2008): *Current Market Outlook 2008–2027*. Seattle.
- Boon, B., M. Davidson, J. Faber und A. van Velzen (2007): *Allocation of allowances for aviation in the EU ETS: The impact on the profitability of the aviation sector under high levels of auctioning*. Abschlussbericht. Delft.
- EUROCONTROL (2004): User Manual for the Base of Aircraft Data (BADA) – Revision 3.6, ECC Note No. 10/04. Bretigny.
- EUROSTAT (2009): EUROSTAT-Daten. *http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/transport/data/database*. Stand: 1. April 2009.
- Faber, J., G. van de Vreede und D.S. Lee (2007): *The Impacts of the Use of Different Benchmarking, Methodologies on the Initial Allocation of Emission Trading Scheme Permits to Airlines*. Delft.
- Federal Aviation Administration (2005): SAGE – System for assessing Aviation’s Global Emissions. Version 1.5. Technical Manual. FAA-EE-2005-01.
- Forsyth, P. (2008): *The Impact of Climate Change Policy on Competition in the Air Transport Industry*. Joint Transport Research Centre Discussion Paper No. 2008-18, erarbeitet für das Gespräch am runden Tisch vom 2.–3. Oktober 2008 zum Thema Airline Competition, Systems of Airports and Intermodal Connections am OECD in Paris. Clayton.
- Forsyth, P., L. Dwyer und R. Spurr (2007): *Climate Change Policies and Australian Tourism: A Scoping Study of the Economic Aspects*. STCRC Centre for Tourism Economics and Policy Research. Clayton.
- IATA (2004): *Environmental Review 2004*. Montreal, Genf.
- ICAO (2008a): *Jahresbericht des Rates (Annual report of the council) 2007*. Doc 9898. Montreal.
- ICAO (2008b): Committee on aviation environmental protection (CAEP). Treffen des Lenkungsausschusses (Steering Group Meeting), Seattle, 22. bis 26. September 2008, FESG CAEP/8 Traffic and fleet forecasts. Document CAEP-SG/2/20082-IP/08.
- ICAO (2008c): Impact of the hike in oil and fuel prices on the validity of the FESG CAEP/8 traffic and fleet forecasts. CAEP-SG/20082-IP/03.
- ICAO (2009): ICAO-Daten. *www.icaoata.com*. Stand: 1. April 2009.



- ICF (2006): Including Aviation into the EU ETS: Impact on EU allowance prices. Final report on behalf of the UK Department for Environment, Food & Rural Affairs and the UK Department for Transport. London.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006): Zusammenfassung der Folgenabschätzung: Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-Handelssystem für Treibhausgasemissionsrechte (EU-ETS). SEK (2006) 1685. Brüssel.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2009): Verordnung (EG) Nr. 748/2009 der Kommission vom 5. August 2009 über die Liste der Fluggesellschaften, die am oder nach dem 1. Januar 2006 einer Luftverkehrstätigkeit im Sinne von Anhang I der Richtlinie 2003/87/EG nachgegangen sind, mit Angabe des für die einzelnen Fluggesellschaften zuständigen Verwaltungsmitgliedstaats, im Amtsblatt der Europäischen Union L219/1. Brüssel.
- Lewis, M. und I. Curien (2008): *It takes CO<sub>2</sub> (Carbon Dioxide) to Contango*. Forschungsbericht Deutsche Bank. London, Fulton Publishing.
- New Carbon Finance (2008): Easy carbon credits coming to an end. [www.newcarbonfinance.com/pdf/2008-07-29\\_PR\\_Carbon\\_Credits.pdf](http://www.newcarbonfinance.com/pdf/2008-07-29_PR_Carbon_Credits.pdf). Stand: 1. September 2008.
- OAG Aviation Solutions (2004–2008): OAG MAX-Flugpläne auf CD-ROM. Monatsausgaben für die Jahre 2004–2008.
- Rat der Europäischen Union (2009a): Richtlinie 2008/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft, in Amtsblatt der Europäischen Union L 8/3. Brüssel, 13. Januar 2009.
- Rat der Europäischen Union (2009b): Richtlinie 2009/29/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung und Ausweitung des Gemeinschaftssystems für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten, in Amtsblatt der Europäischen Union L 140/63. Brüssel, 5. Juni 2009.
- Rolls Royce (2007): *Market Outlook 2007*. Derby.
- Scheelhaase, J., W. Grimme und M. Schaefer (2010): The inclusion of aviation into the EU emission trading scheme – impacts on competition between European and non-European network airlines. *Transportation Research*, Part D, 15, 14–25.
- UBS (2007): Die UBS erhöht die EUA-Preisprognose auf 35 Euro. [www.globalcarbonexchange.com/latest-industry-news/ubs-raises-eua-price-forecast-to-35-euros.html](http://www.globalcarbonexchange.com/latest-industry-news/ubs-raises-eua-price-forecast-to-35-euros.html); 14. November 2007. Stand: 1. September.