

CLIMATE CHANGE

05/2014

THG Emissionen mobiler Quellen (Luftverkehr): Vergleich zwischen ETS und Nationalem Inventar

CLIMATE CHANGE 05/2014

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit

Forschungskennzahl 363 01 408
UBA-FB 001914

THG Emissionen mobiler Quellen (Luftverkehr): Vergleich zwischen ETS und Nationalem Inventar

von

Sabine Gores (Öko-Institut)

Verena Graichen (Öko-Institut)

Wolfram Knörr (IFEU)

Alexander Schacht (IFEU)

Im Auftrag des Umweltbundesamt

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/thg-emissionen-mobiler-quellen-luftverkehr> verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4359

Durchführung der Studie:	Öko-Institut Postfach 1771, 79017 Freiburg
Abschlussdatum:	03.01.2013
Herausgeber:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: info@umweltbundesamt.de Internet: http://www.umweltbundesamt.de http://fuer-mensch-und-umwelt.de/
Redaktion:	Fachgebiet E 2.3 Ökonomische Grundsatzfragen des Emissionshandels, Monitoring, Auswertungen Anke Olaniyon

Dessau-Roßlau, März 2014

Kurzbeschreibung

Durch die Einbeziehung des Luftverkehrs in den Europäischen Emissionshandel (Emission Trading System - ETS) ab dem Jahr 2012 und den damit entstandenen Berichtspflichten der Luftverkehrsunternehmen, steht eine neue Datengrundlage über Treibhausgasemissionen mobiler Quellen zur Verfügung. Mit diesem Projekt soll analysiert werden, welche systematischen Erkenntnisse sich aus den derzeit verfügbaren ETS-Daten gewinnen lassen:

Im Vordergrund der Arbeiten stehen insbesondere die Fragen, welche Bereiche des Flugverkehrs durch die ETS-Daten abgedeckt werden und welche Lücken gegenüber dem nationalen Treibhausgas-Inventar auftreten. Dazu werden die ETS-Daten genau analysiert: Welche Verkehrsleistungen umfasst der ETS, welche Treibstoffmengen werden berücksichtigt und wie verhalten sich diese im Verhältnis zu den Daten der Energiebilanz und damit auch des Inventars. Dazu findet auch ein Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie von Eurocontrol statt. Schließlich werden Deckungsgrade des ETS abgeschätzt und Empfehlungen für die weitere Verwendung der ETS-Zahlen ausgesprochen.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungen

1	Zusammenfassung	1
2	Vorbemerkungen.....	5
3	Emissionshandel im Luftverkehr.....	6
3.1	Einführung	6
3.2	Auswertung der ETS-Zahlen von Luftverkehrsbetreibern unter deutscher Verwaltung.....	8
3.2.1	Nationaler und internationaler Flugverkehr im ETS.....	8
3.2.2	Gewerblicher und nicht gewerblicher Flugverkehr im ETS.....	10
3.3	Auswertung der ETS-Zahlen aus anderen Verwaltungsmitgliedstaaten	11
4	Abgleich der ETS-Daten mit anderen Datenquellen.....	12
4.1	Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamtes.....	12
4.1.1	Grundlagen für den Vergleich	12
4.1.2	Vergleich nationaler und internationaler Verkehr.....	13
4.1.3	Vergleich nach Distanzklassen	17
4.1.4	Vergleich nach Flugplatzpaaren	22
4.2	Vergleich mit Eurocontrol-Daten.....	24
4.2.1	Beschreibung der Eurocontrol-Zahlen.....	24
4.2.2	Vergleich nach Flugplatzpaaren	25
4.2.3	Analyse der Eurocontrol-Relationen, die nicht im ETS enthalten sind.....	31
4.3	Übersicht über verschiedene Quellen	32
5	Luftverkehrsemissionen im nationalen Treibhausgasinventar	34
5.1	Berechnung der Luftverkehrsemissionen für das Emissionsinventar	34
5.1.1	Ermittlung der Luftverkehrsemissionen im Treibhausgasinventar.....	34
5.1.2	Unterschiede zwischen den Ergebnissen zum Treibstoffverbrauch.....	38
5.2	Vergleich mit den Inventardaten und Bestimmung des Deckungsgrades	40
5.2.1	Basismengen für die Anzahl Flüge und Kerosinverbrauch.....	41
5.2.2	Zuschätzung der ETS-Flüge anderer Verwaltungs-MS.....	43
5.3	Nutzungsmöglichkeiten der ETS-Daten für die Emissionsberichterstattung	49

5.3.1	Einordnung des ETS im Luftverkehr	49
5.3.2	Verbesserung der Bottom-up Berechnung.....	49
5.3.3	Nutzungsmöglichkeiten für 1.A.3.a (Ziviler Luftverkehr im Inland)	51
5.3.4	Nutzungsmöglichkeiten für 1.C.1.a (Internationale Bunkerbrennstoffe / Luftverkehr).....	51
7	Quellenverzeichnis.....	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Übersicht über die Emissionshandelspflicht im Luftverkehr (blaue Färbung: keine Emissionshandelspflicht)	7
Abbildung 2	Verteilung der Aktivitäten auf die vier Kategorien (Tonnenkilometerberichte 2010)	10
Abbildung 3	Vergleich ETS - Statistisches Bundesamt nach nationalen Relationen in Distanzklassen – Anzahl Flüge	18
Abbildung 4	Vergleich ETS – Statistisches Bundesamt nach internationalen Relationen in Distanzklassen – Anzahl Flüge	19
Abbildung 5	Vergleich ETS – TREMOD nach nationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Flug.....	19
Abbildung 6	Vergleich ETS – TREMOD nach nationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Tonnen-Kilometer	20
Abbildung 7	Vergleich ETS – TREMOD nach internationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Flug.....	20
Abbildung 8	Vergleich ETS – TREMOD nach internationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Tonnen-Kilometer	21
Abbildung 9	Vergleich ETS –Stat. Bundesamt nach nationalen Relationen in Flugplatzpaaren – Anzahl Flüge.....	22
Abbildung 10	Vergleich ETS – Stat. Bundesamt nach internationalen Relationen in Flugplatzpaaren – Anzahl Flüge.....	23
Abbildung 11	Vergleich ETS / Eurocontrol (nationale Relationen) in Distanzklassen.....	28
Abbildung 12	Vergleich ETS / Eurocontrol (internationalen Relationen) in Distanzklassen	29
Abbildung 13	Vergleich ETS / Eurocontrol (nationale Relationen).....	30
Abbildung 14	Vergleich ETS / Eurocontrol (internationalen Relationen).....	30
Abbildung 15	Splitfaktor zur Bestimmung des Anteils des nationalen Kerosinverbrauch am gesamten Kerosinverbrauch des Flugverkehrs.....	35
Abbildung 16	Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Gegenüberstellung der TREMOD-Ergebnisse (national und international) und der Absatzmenge.....	36
Abbildung 17	Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Ergebnisse für das Inventar	36
Abbildung 18	Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Gegenüberstellung der	

	TREMOD-AV-Ergebnisse (LTO und CCD/Reiseflug) und der Absatzmenge.....	37
Abbildung 19	Vergleich der Kerosinverbräuche 1990-2011.....	38
Abbildung 20	Berichtskreise des Inventars und des Emissionshandels.....	40
Abbildung 21	Deckungsgrad der ETS-Flüge national und international.....	47
Abbildung 22	ETS-Deckungsgrad bezüglich des Kerosinverbrauchs.....	48

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Übersicht über ETS-Daten 2010 in deutscher Verwaltung.....	9
Tabelle 2	ETS-Zahlen aus den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich.....	11
Tabelle 3	Daten des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler gewerblicher Verkehr im Jahr 2010.....	14
Tabelle 4	TREMODO-Berechnung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler gewerblicher Verkehr im Jahr 2010.....	15
Tabelle 5	ETS-Daten in der Abgrenzung des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler Verkehr im Jahr 2010.....	15
Tabelle 6	Vergleich von ETS-Daten mit dem Statistischen Bundesamt und TREMOD für die von ausgewählten Flugplätzen abgehenden Flüge (Flugzeuge ab 5,7 t höchstzulässiges Startgewicht).....	16
Tabelle 7	Beschreibung der Distanzklassen	17
Tabelle 8	Eurocontrol-Daten 2010, aggregiert	24
Tabelle 9	Anteile von Flugzeugtypen mit einem max. Startgewicht über 5,7 t in den Eurocontrol-Daten.....	25
Tabelle 10	Vergleich der ETS-Zahlen mit Eurocontrol-Daten.....	26
Tabelle 11	Relationen, die nicht im ETS enthalten sind und Flüge auf diesen Relationen.....	31
Tabelle 12	Anteil an Flugzeugtypen mit einem max. Startgewicht über 5,7 t auf Relationen, die nicht im ETS enthalten sind.....	32
Tabelle 13	Übersicht über verschiedene Datenquellen	32
Tabelle 14	Anzahl der Flüge – Übersicht über verfügbare Quellen nach Ziel-Ländern.....	33
Tabelle 15	Anzahl der Flüge als Basiswert für den Deckungsgrad nach Eurocontrol.....	42
Tabelle 16	Anzahl der Flüge 2010 nach StBA.....	42
Tabelle 17	Zuschätzung von Flügen und Kerosinverbrauch.....	44
Tabelle 18	ETS-Deckungsgrad bezüglich der Anzahl der Flüge.....	45
Tabelle 19	Deckungsgrad des Kerosinverbrauchs im ETS und spezifischer Kerosinverbrauch.....	45

Abkürzungen

CCD	Climb, Cruise, Descend (= Reiseflug / Cruise oberhalb 3.000 Fuß)
CDM	Clean Development Mechanism
CFMU	Central Flow Management Unit
CH ₄	Methan
CO	Kohlenmonoxid
CO ₂	Kohlendioxid
DE	Deutschland
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
EAA	European Environment Agency
ECTRI	Eurocontrol (European Organisation for Safety of Air Navigation)
EFTA	European Free Trade Association
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
ETS	Emission Trading System
EU	Europäische Union
GCD	Great Circle Distance (Großkreisentfernung)
HC	Kohlenwasserstoffe
ICAO	International Civil Aviation Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JI	Joint Implementation
LTO	Landing/Take-off
MS	Mitgliedstaaten
MTOM	Maximum Takeoff Mass
MTOW	Maximum Takeoff Weight (veraltete Angabe)
N ₂ O	Distickstoffmonoxid (Lachgas)
NIR	National Inventory Report
NO _x	Stickstoffoxide (Sammelbezeichnung für NO und NO ₂)
RFD	Real Flight Distance ("Reale" Flugentfernung)
SO ₂	Schwefeldioxid
StBa	Statistisches Bundesamt
TEHG	Treibhaus Emissionshandels Gesetz
TREMOT	Transport Emission Model
TREMOT-AV	Transport Emission Model Aviation

VerkStatG Verkehrsstatistikgesetz

1 Zusammenfassung

Durch die Einbeziehung des Luftverkehrs in den Europäischen Emissionshandel (Emission Trading System - ETS) ab dem Jahr 2012 und den damit entstandenen Berichtspflichten der Luftverkehrsunternehmen, steht eine neue Datengrundlage über Treibhausgasemissionen mobiler Quellen zur Verfügung. Mit diesem Projekt soll analysiert werden, welche systematischen Erkenntnisse sich aus den derzeit verfügbaren ETS-Daten gewinnen lassen:

Im Vordergrund der Arbeiten stehen insbesondere die Fragen, welche Bereiche des Flugverkehrs durch die ETS-Daten abgedeckt werden und welche Lücken gegenüber dem nationalen Treibhausgas-Inventar auftreten. Dazu werden die ETS-Daten genau analysiert: Welche Verkehrsleistungen umfasst der ETS, welche Treibstoffmengen werden berücksichtigt und wie verhalten sich diese im Verhältnis zu den Daten der Energiebilanz und damit auch des Inventars. Dazu findet auch ein Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie von Eurocontrol statt. Schließlich werden Deckungsgrade des ETS abgeschätzt und Empfehlungen für die weitere Verwendung der ETS-Zahlen ausgesprochen.

Beschreibung ETS-Daten

Der Emissionshandel erfasst alle Flüge, die in der EU sowie Norwegen, Island und Liechtenstein starten und/oder landen. Ausgenommen sind jedoch kleine Flugzeuge (mit weniger als 5,7 Tonnen höchstzulässiger Startmasse), Luftfahrzeugbetreiber mit sehr wenigen Flügen/Emissionen, Rundflüge, Polizei- und Militärflüge, Forschungsflüge und Rettungseinsätze sowie Flüge in äußersten Randlagen oder mit sehr wenigen Sitzplätzen.

Jeder Luftfahrzeugbetreiber wurde anhand der Betriebsgenehmigungen und den geschätzten Emissionen in 2006 einem Verwaltungsmitgliedstaat zugeordnet. Demzufolge wird ein großer Teil der Flüge in sowie von und nach Deutschland von der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) verwaltet, der restliche Teil jedoch von anderen Mitgliedstaaten. Die Daten, die Deutschland betreffen, wurden für die Analysen in diesem Projekt von den entsprechenden Behörden in den Niederlanden und im Vereinigten Königreich aggregiert übermittelt.

Für die freie Zuteilung von Emissionsberechtigungen wurden für das Jahr 2010 einmalig Tonnenkilometerberichte abgegeben, die Angaben zur Anzahl der Flüge, der Passagiere und der Masse der Fracht und Post beinhalten. Zudem ist jährlich ein Emissionsbericht zu erstellen, der die Anzahl der Flüge, den Treibstoffverbrauch und die Emissionen enthält. Als eingesetzter Treibstoff wurde ausschließlich Kerosin berichtet.

Vergleich mit Daten des Statistischen Bundesamtes

Das Statistische Bundesamt erhebt alle Aktivitäten des Flugverkehrs in Deutschland in einer sehr hohen Differenzierung, insbesondere für den gewerblichen Verkehr auf ausgewählten Flugplätzen. Eine Sonderauswertung dieser Daten mit der weitergehenden Differenzierung nach Flugzeugtypen und Distanzklassen wird für die Energie- und Emissionsberechnung in TREMOD-AV (TREMOD Aviation) verwendet, die auch Grundlage für das nationale Emissionsinventar des Umweltbundesamtes ist.

Als geeignete Teilmenge dieses Datensatzes können die abgehenden Flüge des gewerblichen Flugverkehrs auf ausgewählten Flugplätzen für alle Flugzeuge mit einem maximalen Startgewicht von mehr als 5,7 Tonnen mit den ETS-Daten in der Differenzierung nach den vom

Statistischen Bundesamt gewählten Distanzklassen verglichen werden. Auf dieser Ebene ist auch ein Vergleich des mit TREMOD-AV berechneten Energieverbrauchs mit den in ETS berichteten Verbräuchen möglich.

Der Vergleich zeigt, dass mit den ETS-Daten der innerdeutsche (nationale) Flugverkehr gut erfasst wird (Abweichung zum Statistischen Bundesamt bei der Anzahl der Flüge: -6 %). Beim internationalen Flugverkehr besteht jedoch eine größere Differenz (-38 %), was plausibel ist, da viele von Deutschland ausgehende Flüge in anderen Ländern ETS-berichtspflichtig sind.

Beim Vergleich des mit TREMOD-AV berechneten Energieverbrauchs mit ETS ergibt sich eine gute Übereinstimmung. Tendenziell ist der mit TREMOD-AV berechnete Verbrauch je Flug beim nationalen Flugverkehr etwas höher, beim internationalen Flugverkehr etwas niedriger als der in ETS berichtete. Ungeachtet dieser guten Übereinstimmung gibt es im Detail teilweise hohe Abweichungen, die aber im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht werden konnten.

Vergleich mit Daten von Eurocontrol

Eurocontrol stellte dem Projekt einen Datensatz zu allen Flügen, die im Jahr 2010 von Deutschland abgingen, zur Verfügung. Dieser beinhaltet die aggregierte Anzahl der Flüge je Flugplatzpaar, je Flugart und Flugzeugtyp. Die Eurocontrol-Daten umfassen alle Flüge, die unter Instrumentenflugregeln durchgeführt werden, womit die Gesamtzahl der Flüge über der des ETS liegt. Ein Teil der Flüge, die durch die Ausnahmeregelungen nicht im ETS erfasst werden, können in den Eurocontrol-Daten mit ausreichender Genauigkeit identifiziert werden. Dies sind insbesondere Flüge unter 5,7 Tonnen maximal zulässigem Startgewicht (MTOM), welche anhand des Flugzeugtyps zugeordnet werden können. Militärische Flüge können anhand der Flugart ausgenommen werden. Rundflüge können ebenfalls herausgefiltert werden, es zeigte sich jedoch, dass diese vollständig unter eine oder beide der vorhergehenden Ausnahmeregelungen fallen. Für den Vergleich der ETS- und Eurocontrol-Flüge wurden im ersten Schritt Flugplatzpaare, die nur in den Eurocontrol-Daten aufgeführt wurden, identifiziert. Für diese Flugplatzpaare wurde eine Analyse der Flugzeugtypen und Flugarten durchgeführt. Überraschenderweise wurde auch eine geringe Anzahl von Flugplatzpaaren identifiziert, die nur in den ETS-Daten aufgeführt sind (möglicherweise aufgrund von Zuordnungsfehlern des ICAO-Codes zum Flughafen-Standort).

Bei der schließlich verbleibenden Menge an vergleichbaren Flugplatzpaaren übersteigt bei den meisten der direkt vergleichbaren Relationen (71 %) die Zahl der von Eurocontrol erfassten Flüge die vom ETS (in deutscher Verwaltung) erfassten Flüge. Dies kann zum einen erklärt werden durch die Ausnahmeregelungen innerhalb des ETS, und zum anderen durch Luftfahrzeugbetreiber, die anderen Verwaltungsmitgliedstaaten zugeordnet sind. Für 24 % der Relationen stimmen die Zahlen der beiden Datenquellen exakt überein. In 5 % der Relationen übersteigen die ETS-Zahlen die von Eurocontrol. Hier sollten die Daten auf Zuordnungsfehler (z.B. des ICAO-Codes) und Vollständigkeit überprüft werden.

Insbesondere in den niedrigen Entfernungsklassen ist die Differenz zwischen Eurocontrol- und Emissionshandelsdaten groß. Dies wird auch durch eine Analyse der durchschnittlichen Distanz von internationalen Flügen deutlich: die durchschnittliche Länge der nur von Eurocontrol erfassten Flüge ist gut 20 % kürzer als die der im ETS erfassten Flüge.

Nationales Treibhausgasinventar

Das nationale Treibhausgasinventar für den Flugverkehr basiert auf den in der Energiebilanz dokumentierten Absatzzahlen für Kerosin und Flugbenzin. Die Aufteilung in nationalen und internationalen Flugverkehr wird aufgrund eines Splitfaktors vorgenommen, der in TREMOD (1990 bis 2002) erzeugt bzw. von Eurocontrol (ab 2003) bereitgestellt wird. Dieser entspricht dem in den Modellen für jedes Bezugsjahr ermittelten Anteil des für innerdeutsche Flüge getankten Kerosins am Gesamtkerosinabsatz in Deutschland.

Zwischen dem Kraftstoffabsatz einerseits und den Berechnungen in TREMOD und von Eurocontrol andererseits bestehen z.T. große Differenzen sowohl in den absoluten Mengen als auch im zeitlichen Verlauf. Dies kann als Indiz dafür angesehen werden, dass die Absatzzahlen in der Energiebilanz nur zum Teil mit den von den Flugplätzen ausgehenden Flugbewegungen korrelieren. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das aktuelle Inventar für den Flugverkehr nicht die tatsächlichen Flugbewegungen abbildet.

Deckungsgrad

Der Begriff des Deckungsgrades soll Auskunft darüber geben, wie hoch der Anteil der im ETS berichteten Flugaktivitäten bezüglich des Kerosinverbrauchs und der Anzahl der Flüge ist. Da nicht alle Flüge, die von deutschen Flughäfen starten, auch unter deutsche ETS-Verwaltung fallen, ist eine Abschätzung jener ETS-Flüge erforderlich, die von anderen Mitgliedstaaten verwaltet werden. Durch einen entsprechenden Datenaustausch mit den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich konnten die ETS-Daten der DEHSt zumindest stellenweise ergänzt werden.

Wird der Kerosinverbrauch nach dem Inventar als Bezugsgröße für die Beschreibung des Deckungsgrades verwendet, kann mit Bestimmtheit davon ausgegangen werden, dass in Bezug auf den Kerosinverbrauch für den nationalen Flugverkehr eine nahezu vollständige Abdeckung durch den ETS besteht. Bei den internationalen Flügen wird dagegen ein deutlich größerer Anteil innerhalb des ETS an andere Verwaltungsmitgliedstaaten berichtet. Aus diesem Grund muss für den internationalen Flugverkehr verstärkt mit Annahmen gearbeitet werden, wodurch eine höhere Unsicherheit bezüglich des Deckungsgrades besteht. Nach den in diesem Bericht angestellten Überlegungen ist auch der Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs nahezu vollständig durch den ETS abgedeckt.

Bezüglich der Anzahl der Flüge kann mit guter Sicherheit davon ausgegangen werden, dass etwa 89 % der nationalen Flüge durch den ETS erfasst werden. Bei den internationalen Flügen wird ein Anteil von 94 % ermittelt, wobei hier auch verstärkt Annahmen getroffen werden mussten.

In einer vergleichenden Betrachtung der vorliegenden ETS-Zahlen mit den Eurocontrol-Daten wurden dazu Frankreich, Österreich, Spanien und Italien als Mitgliedstaaten identifiziert, von denen anzunehmen ist, dass bedeutende Mengen an Flügen von deutschen Flughäfen in ihren ETS-Zahlen aufgeführt sein müssten.

Für eine ähnliche Analyse des Deckungsgrades für die folgenden Jahre muss darauf geachtet werden, dass der Bezugswert für den Kerosinverbrauch den gesamten Kerosinverbrauch national und international ausreichend genau abbildet. Die Verwendung des Kerosinabsatzes nach der Energiebilanz als Bezugswert erscheint nach den hier gewonnenen Erkenntnissen nicht generell als zielführend, denn allein für das Jahr 2010 konnte eine ausreichende

Übereinstimmung von Absatz und tatsächlichem Verbrauch festgestellt werden, die die Analyse auf dem hier durchgeführten Weg ermöglichte.

Nutzungsmöglichkeiten der Ergebnisse

Der Vergleich der verschiedenen Daten zum Flugverkehr von deutschen Flugplätzen ermöglicht ein vertieftes Verständnis der Erfassungsgrenzen der einzelnen Quellen. Während in den Daten von Eurocontrol die meisten Flüge berichtet werden, konnte bezüglich der zivilen (also nicht-militärischen) Flüge von Flugzeugen mit einem maximalen Startgewicht über 5,7 Tonnen eine gute Vergleichbarkeit zu den Daten des Statistischen Bundesamtes gezeigt werden, die zur Zeit für die Berechnung mit TREMOD-AV verwendet werden. Wenn eine regelmäßige Datenübermittlung vereinbart werden kann, kommen diese Zahlen damit generell als Grundlage für zukünftige Inventarberechnungen in Frage.

Da gezeigt werden konnte, dass der Kerosinverbrauch nicht direkt mit dem Kerosinabsatz korreliert ist, wird angeregt, die Methodik der Inventarberechnung auf dem tatsächlichen Kerosinverbrauch und nicht länger auf dem Absatz von Kerosin nach der Energiebilanz basieren zu lassen. Dem steht jedoch entgegen, dass die Berichterstattung auf Basis von inländisch verkauften (Kerosin-)Mengen einen international eingeführten und akzeptierten Standard in der Emissionsberichterstattung darstellt. Mit der Einhaltung durch alle berichtenden Staaten werden Doppelerfassungen ausgeschlossen. – Für die Zukunft sollte jedoch geprüft werden, ob die Inventarberichterstattung auf einer rein verbrauchsabhängigen Methode basieren kann, die unter Umständen deutliche Differenzen zum Kerosinabsatz nach der Energiebilanz aufweist. Für die verbrauchsbasierte Ermittlung kämen in Deutschland zum einen die nationalen ETS-Daten in Frage, zum anderen die detaillierten Modellergebnisse von TREMOD-AV und Eurocontrol.

Des Weiteren werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die ETS-Daten für einen vertiefenden Vergleich mit den sich in TREMOD-AV ergebenden spezifischen Kerosinverbräuchen verwendet werden könnten, um die dem Modell zu Grunde liegenden Daten zu überprüfen oder weiter zu verbessern.

Grundsätzlich besteht nach den hier gewonnenen Erkenntnissen die Möglichkeit, die ETS-Verbrauchsdaten als Grundlage der Emissionsberichterstattung zum innerdeutschen Flugverkehr, zumindest aber zu deren Verifikation zu verwenden. Um gleiches für den internationalen Flugverkehr ab Deutschland umzusetzen, müsste zuallererst der Austausch der entsprechenden ETS-Daten zwischen den Verwaltungsmitgliedstaaten ermöglicht werden. Die tatsächliche Nutzung der ETS-Daten für die Berichterstattung würde dann allerdings eine Abkehr vom Absatz-Prinzip und der nationalen Energiebilanz hin zu realen Verbrauchsdaten erfordern, die zum jetzigen Zeitpunkt nicht absehbar erscheint.

2 Vorbemerkungen

Durch die Einbeziehung des Luftverkehrs in den Europäischen Emissionshandel (Emission Trading System - ETS) ab dem Jahr 2012 und die damit entstandenen Berichtspflichten der Luftverkehrsunternehmen, steht eine neue Datengrundlage über Treibhausgasemissionen mobiler Quellen zur Verfügung. Mit diesem Projekt soll analysiert werden, welche systematischen Erkenntnisse sich aus den derzeit verfügbaren ETS-Daten gewinnen lassen: Das sind zum einen die Möglichkeiten zur weiteren Verbesserung der Berechnungen der Luftverkehrsemissionen. Zum anderen soll ein Vergleich der ETS-Daten mit den Daten des nationalen Treibhausgasinventars durchgeführt werden, um die Korrelation der Daten sowie den Deckungsgrad der ETS-Daten zu bestimmen.

Die Emissionen des Flugverkehrs werden für das Inventar derzeit basierend auf der Energiebilanz und unter Verwendung von Eurocontrol-Daten sowie Ergebnissen der in TREMOD-AV erfolgenden Bearbeitung der Flugdaten des statistischen Bundesamtes berechnet.

Wie auch im Bereich der stationären Anlagen besteht keine direkte Übereinstimmung der Inventardaten mit denen des Emissionshandels. Um gegebenenfalls unterschiedliche Trends im Zeitverlauf zu verstehen und um Aussagen über die Wirksamkeit des Emissionshandels als Instrument zur Reduktion von Emissionen zu ermöglichen, ist ein systematischer Abgleich zwischen beiden Systemen erforderlich und müssen Abweichungen erklärt werden.

Im Vordergrund der Arbeiten stehen damit die Fragen, welche Bereiche des Flugverkehrs durch die ETS-Daten abgedeckt werden und welche Lücken gegenüber der Berichterstattung im NIR auftreten. Dazu werden die ETS-Daten genau analysiert: Welche Verkehrsleistungen umfasst der ETS, welche Treibstoffmengen werden berücksichtigt und wie verhalten sich diese im Verhältnis zu den Daten der Energiebilanz und damit auch des Inventars. Dazu findet auch ein Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamtes sowie von Eurocontrol statt. Schließlich werden Deckungsgrade des ETS abgeschätzt und Empfehlungen für die weitere Verwendung der ETS-Zahlen ausgesprochen.

3 Emissionshandel im Luftverkehr

3.1 Einführung

Seit 2005 werden große Anlagen der Industrie und Energiewirtschaft in Europa durch den Emissionshandel reguliert. Das Emissionshandelssystem ist seit seiner Einführung kontinuierlich gewachsen. So ist beispielsweise die Zahl der Länder mit dem Beitritt von Bulgarien und Rumänien zur EU sowie durch die Ausweitung des Emissionshandels auf die EFTA-Länder Norwegen, Island und Liechtenstein gestiegen und der Kreis der emissionshandelspflichtigen Anlagen wurde auf bestimmte Industrieprozesse und nicht-CO₂-Emissionen ausgeweitet.

Seit 2010 sind erstmals auch mobile Quellen erfasst: Mit dem Einbezug des Luftverkehrs in den Emissionshandel wird seiner kontinuierlich gestiegenen Bedeutung in der Weltwirtschaft und den damit einhergehenden Umweltbelastungen Rechnung getragen. Wie im Bereich des Emissionshandels für stationäre Emittenten wurde eine Obergrenze an Emissionen (das Cap) festgelegt, das im Jahr 2012 97 % der historischen Durchschnittsemissionen 2004-2006 und in der Periode 2013 bis 2020 95 % dieser Emissionen (EC, 2011a; EEA Joint Committee, 2011) entspricht. Das Cap des gesamten Emissionshandels wird damit um rund 10 % vergrößert.

Ein Großteil der Luftverkehrsemissionsberechtigungen wird auf Benchmarks basierend kostenlos zugeteilt (zunächst 85 %, danach 82 %), ein kleiner Teil (3 %) fließt in die Reserve und der übrige Teil wird versteigert. Neben den Emissionsberechtigungen aus dem Luftverkehr können die aus dem stationären Bereich sowie eine begrenzte Menge von Gutschriften aus JI- und CDM-Projekten zur Erfüllung der Abgabepflicht verwendet werden.

Eine kostenlose Zuteilung konnte von allen Luftfahrzeugbetreibern beantragt werden, die in 2010 Flüge durchgeführt haben, die emissionshandelspflichtig sind. Dafür musste ein Tonnenkilometerbericht abgegeben werden, der Angaben zur Anzahl der Flüge, der Passagiere und der Masse der Fracht und Post beinhaltet. Im Monitoringkonzept zum Tonnenkilometerbericht gibt der Betreiber an, „ob eine Standardmasse von 100 kg je Fluggast (Ebene 1) oder die Fluggastmasse aus den Unterlagen über Masse und Schwerpunktlage (Ebene 2) zugrunde gelegt wird.“ (COM 2009 MR guidelines) und beschreibt das Verfahren zur Bestimmung der tatsächlichen Fracht- und Postmasse. Die tatsächliche Fracht- und Postmasse schließt die Leermasse sowie das Taragewicht sämtlicher Paletten und Container, die nicht zur Nutzlast gehören, aus. Wird jedoch der Frachtraum in Gänze vermietet, dann sind beim ETS die Container als Payload mit zu berücksichtigen. Neben dem einmaligen Tonnenkilometerbericht ist jährlich ein Emissionsbericht zu erstellen, der die Anzahl der Flüge, den Treibstoffverbrauch und die Emissionen je Flugplatzpaar enthält.

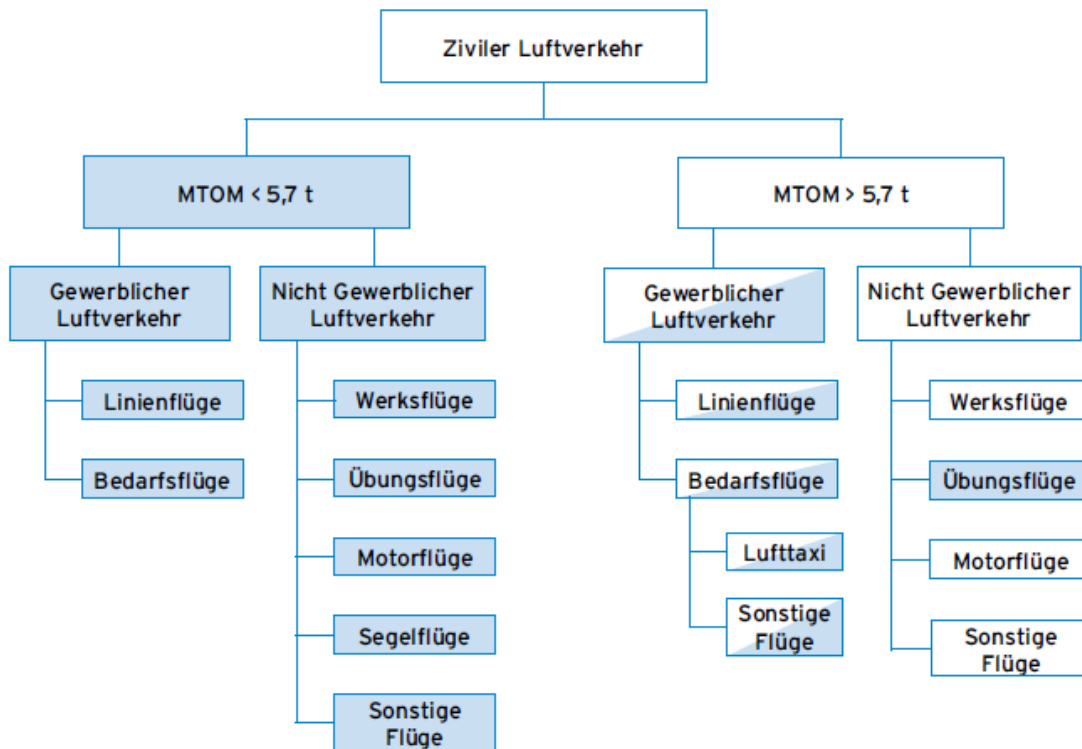
Diese Daten können im Rahmen der Inventarverbesserung mit den Daten des Treibhausgasinventars verglichen werden. Allerdings sind die Berichtskreise nicht deckungsgleich. Im Emissionshandel werden alle Flüge erfasst, die im Hoheitsgebiet des Europäischen Wirtschaftsraumes (EU27, Norwegen, Island und Liechtenstein) starten und/oder landen. Ausgenommen sind jedoch:¹

- Flugzeuge mit weniger als 5,7 t höchstzulässiger Startmasse (MTOM)

¹ Die Ausnahmen sind hier vereinfacht zusammengefasst. Sie sind in Anhang 1 Teil 2 Nr. 33 des TEHG geregelt.

- Gewerbliche Luftfahrzeugbetreiber mit weniger als 243 Flügen in drei aufeinanderfolgenden Viermonatszeiträumen oder weniger als 10.000 t jährliche Gesamtemissionen.
- Flüge nach Sichtflugregeln
- Rundflüge
- Flüge von ausländischen Staats- und Regierungschefs
- Polizei-, Zoll- und Militärflüge
- Such- und Rettungseinsätze, Lösch- und Ambulanzflüge
- Übungsflüge
- Forschungsflüge
- Flüge in äußersten Randlagen oder auf Routen mit einer angebotenen Kapazität von höchstens 30.000 Sitzplätzen pro Jahr.

Abbildung 1 Übersicht über die Emissionshandelspflicht im Luftverkehr (blaue Färbung: keine Emissionshandelspflicht)



Quelle: DEHSt 2012a.

Zudem werden nicht alle Flüge, die Deutschland berühren, auch in Deutschland verwaltet. Die Verwaltung der Luftfahrzeugbetreiber wurde vielmehr europaweit anhand der Betriebsgenehmigungen und der geschätzten Emissionen in 2006 auf die Mitgliedstaaten aufgeteilt. Die Zuordnung wurde in der Verordnung (EU) Nr. 748/2009 der Kommission (2009b) vorgenommen.

Von der DEHSt werden 409 Luftfahrzeugbetreiber verwaltet (DEHSt 2012a). Allerdings wurde davon ein Teil von der Berichtspflicht befreit, hat zwischendurch den Betrieb eingestellt oder ist kein Luftfahrzeugbetreiber im Sinne des EU-ETS. 144 Anträge auf kostenlose Zuteilung wurden gestellt. Die Auswertung der ETS-Zahlen von Luftfahrzeugbetreibern unter deutscher Verwaltung erfolgt in 3.2 und von anderen Verwaltungsmitgliedstaaten in 3.3.

3.2 Auswertung der ETS-Zahlen von Luftverkehrsbetreibern unter deutscher Verwaltung

Folgende Datensätze zu den Emissionshandelsdaten im Flugverkehr für das Jahr 2010 wurden den Auftragnehmern zur Auswertung innerhalb dieses Projektes übergeben:

- Aus den Emissionsberichten, die im März 2011 für das Jahr 2010 abgegeben wurden:
 - Anzahl der Flüge
 - Treibstoffverbrauch
 - Emissionen
- Aus den Tonnenkilometerberichten, die einmalig bis Ende März 2011 zusammen mit dem Zuteilungsantrag für das Jahr 2010 abgegeben werden mussten.
 - Anzahl der Flüge
 - Anzahl Passagiere
 - Masse der Passagiere
 - Masse von Fracht und Post
 - Frachtmasse gesamt
- Sowie für beide Quellen allein die gewerblichen Flüge mit allen Parametern aus den Emissions- und Tonnenkilometerberichten.

Die Daten liegen jeweils aggregiert nach Flugplatzpaaren inklusive der Distanzen in Großkreisentfernungen vor, wobei zur Wahrung der Vertraulichkeit manche Flugplatzpaare nach Ländern oder Kontinenten aggregiert dargestellt sind.

Für die Ausspielung der gewerblichen Flüge musste die Abfrage von Grund auf neu aufgebaut werden, so dass die Zusammenfassungen aus Vertraulichkeitsgründen leicht abweichend erfolgten und keine exakte Zuordnung des gewerblichen Datensatzes zum Gesamtsatz möglich ist.

3.2.1 Nationaler und internationaler Flugverkehr im ETS

In der Übersicht ergeben sich damit die in Tabelle 1 nach vier Hauptkategorien dargestellten Gesamtsummen. Diese umfassen zum einen die Flüge innerhalb Deutschlands (DE/DE) und die Flüge, die in Deutschland starten und im Ausland landen (DE/Ausland). Diese beiden Kategorien sind relevant für die Emissionsberichterstattung im Rahmen der Klimarahmenkonvention, wobei innerdeutsche (nationale) Flüge (DE/DE) unter der Quellgruppe 1.A.3.a berichtet und internationale Flüge (DE/Ausland) nur nachrichtlich unter 1.C.1.a - International Bunkers geführt werden. Die beiden weiteren Kategorien stellen die Flüge mit

Start im Ausland und Zielflughafen in Deutschland sowie Flüge unter deutscher Verwaltung im Rahmen des Emissionshandels, die keinen deutschen Flughafen berühren (Ausland/Ausland), dar.

Nachrichtlich sind in der Tabelle auch die Flüge dargestellt, die von deutschen Flughäfen starten und auf Flugplätzen der EU-27 Mitgliedstaaten landen. 62 % aller Flüge, die von Deutschland starten und im Ausland landen, steuern Flughäfen in einem Mitgliedstaat der Europäischen Union (EU-27) an. Dabei wird etwa die Hälfte aller ins Ausland fliegenden Passagiere befördert, aber nur 22 % des Kerosins verbraucht, das für diese Kategorie gemeldet wurde. Ebenfalls separat dargestellt sind die Zielländer, in die - nach den EU-27 Mitgliedstaaten - die meisten Flüge abgehen: die Türkei, die Schweiz, die USA, die Russische Föderation und Ägypten. Diese fünf Ziele zusammen stellen 23 % aller Flüge von Deutschland ins Ausland dar, so dass zusammen mit den EU-27-Zielen 85 % der Flüge, 81 % aller Passagiere, aber nur 57 % des berichteten Kerosinverbrauchs abgedeckt sind.

Tabelle 1 Übersicht über ETS-Daten 2010 in deutscher Verwaltung

Von	Nach	Anzahl der Flüge		Treibstoff	Emissionen	Anzahl Passagiere	Masse Passagiere	Masse Fracht + Post	Fracht-masse gesamt
		Emissions-bericht	Tonnenkm.-bericht						
		Mio.	Mio.	Mio. t	Mio. t CO ₂	Mio.	Mio. t		
Gesamt		1,445	1,438	16,494	51,956	151,152	14,931	4,805	19,735
DE	DE	0,288	0,285	0,616	1,940	23,817	2,314	0,105	2,420
DE	Ausland	0,442	0,441	5,308	16,721	47,692	4,735	1,641	6,375
Ausland	DE	0,442	0,441	5,384	16,958	47,842	4,751	1,545	6,296
Ausland	Ausland	0,273	0,270	5,186	16,336	31,801	3,131	1,513	4,644
<i>davon</i>									
DE	EU-27	0,277	0,275	1,157	3,645	25,337	2,498	0,389	2,887
		62%	62%	22%	22%	53%	53%	24%	45%
DE	Top 5*	0,103	0,103	1,879	5,918	13,562	1,348	0,582	1,930
		23%	23%	35%	35%	28%	28%	35%	30%

*Top 5 nicht EU: Türkei, Schweiz, USA, RUS, Ägypten

Quelle. DEHSt 2012b.

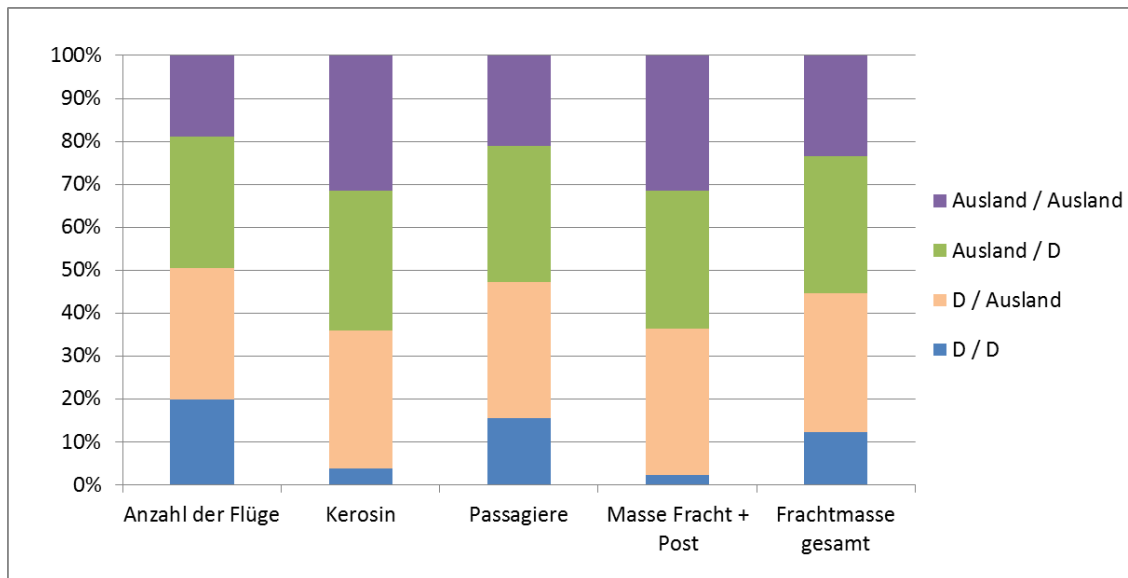
Die Anzahl der Flüge unterscheidet sich zwischen den Angaben nach den Emissions- und den Tonnenkilometerberichten, da letztere mit dem freiwilligen Antrag auf Zuteilung für Zertifikate verbunden sind. Zum Beispiel haben Luftverkehrsunternehmen, die auf Grund einer sich deutlich abzeichnenden geringen Anzahl von Flügen (oder auf Grund anderer Umstände) in eine der zehn Ausnahmekategorien fallen, schließlich keine Tonnenkilometerberichte abgegeben.

Als Treibstoff wird in den Berichten ausschließlich Kerosin berichtet, wobei die Emissionen durchgängig mit dem Faktor 3,15 t CO₂/t Kerosin ermittelt werden. Der Faktor, der sich aus der Division der berichteten Passagiermasse und den Passagieren ergibt, liegt im Mittel bei dem Standardwert von 100 kg/Passagier, wobei sich für einzelne Flugplatzpaare aber abweichende Faktoren von 17,85 bis 540 kg/Passagier ergeben, die wohl vor allem auf fehlenden oder fehlerhaften Angaben beruhen müssen. Die gesamte Frachtmasse ergibt sich aus der Summe der Passagiermasse und der Masse für Fracht und Post.

Für die Verteilung der einzelnen betrachteten Aktivitäten werden die jeweiligen Anteile in der folgenden Abbildung grafisch dargestellt. Da die Anzahl der Flüge aus den Tonnenkilometer- und Emissionsberichten nahezu identisch sind, werden nur jene aus den

Tonnenkilometerberichten dargestellt. Ebenfalls wird auf die getrennte Darstellung des Kerosinverbrauchs und der Masse der Passagiere verzichtet, da diese direkt miteinander korreliert sind.

Abbildung 2 Verteilung der Aktivitäten auf die vier Kategorien (Tonnenkilometerberichte 2010)



Quelle: DEHSt 2012b.

Die Flüge innerhalb Deutschlands haben einen Anteil von 20 % an der Gesamtflugzahl, decken aber nur 4 % des Kerosinverbrauchs, 16 % der beförderten Passagiere und 2 % der transportierten Fracht und Post ab. Der Anteil an der Gesamtfrachtmasse beträgt damit 12 %.

Bei allen betrachteten Informationen betragen die Anteile der Flüge von Deutschland ins Ausland und vom Ausland nach Deutschland etwa 30 %. Die reinen Auslandsflüge umfassen mit 19 % den kleinsten Anteil bezüglich der in den ETS-Zahlen berichteten Anzahl der Flüge. Hinsichtlich des Kerosinverbrauchs liegt der Anteil jedoch in der Größenordnung der Flüge von Deutschland ins Ausland oder umgekehrt. Mit 34 % haben die Flüge von Deutschland ins Ausland den höchsten Anteil an der transportierten Fracht- und Post-Masse.

3.2.2 Gewerblicher und nicht gewerblicher Flugverkehr im ETS

Da die Aggregation nach Flugplatzpaaren für die Flüge, für die Vertraulichkeit zu wahren ist, für diese Auswertung erneut erstellt werden musste, sind die beiden Datensätze nicht direkt miteinander vergleichbar. Insbesondere kann deshalb keine gesicherte Aufteilung der nicht-gewerblichen Flüge in die vier Kategorien entsprechend Abbildung 2 erfolgen, da sich auf Grund der geringen Anzahl und der unterschiedlichen Aggregationen negative Werte bei der Frachtmasse ergeben würden.

Es wird jedoch deutlich, dass die Anteile der nicht-gewerblichen Flüge sehr gering ist: So sind 1,4 % aller Flüge als nicht-gewerblich gemeldet worden, wobei der Anteil bei 2,9 % liegt, wenn allein nationale Flüge betrachtet werden: 41 % aller nicht-gewerblichen Flüge fallen in diese Kategorie. Bezüglich des Kerosinverbrauchs der nicht-gewerblichen Flüge fällt damit auch allein der Anteil der nationalen Flüge mit 1,1 % ein wenig ins Gewicht, in allen anderen Bereichen beträgt der Anteil der nicht-gewerblichen Flüge in den vier Kategorien 0,2 %.

3.3 Auswertung der ETS-Zahlen aus anderen Verwaltungsmitgliedstaatmitgliedstaaten

Die Luftverkehrsunternehmen sind jeweils verschiedenen Verwaltungsmitgliedstaaten zugewiesen worden (EU-VO 394/2011). Diese sind: Belgien, Bulgarien, Deutschland, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Island, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Ungarn, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Spanien, Slowenien, Slowakei, Schweden, Tschechische Republik, Vereinigtes Königreich und Zypern. Von den Ländern, die am EU Emissionshandel teilnehmen, ist nur Liechtenstein zurzeit kein Luftfahrzeugbetreiber zugeordnet. Für eine umfassende Übersicht über alle ETS-Flüge im Jahr 2010 wäre ein Austausch der Daten zwischen den Verwaltungsmitgliedstaaten oder durch die Kommission erforderlich. Solch ein umfassender Austausch ist weder erfolgt noch geplant, so dass im Augenblick nur auf einzelne Daten aus anderen Verwaltungsmitgliedstaaten zurückgegriffen werden kann.

Einzelne Verwaltungsmitgliedstaaten wurden durch die DEHSt angefragt, ob deutsche Flughäfen betreffende ETS-Zahlen ausgetauscht werden könnten. Daraufhin wurden von den Niederlanden die berichteten Emissionen der Luftverkehrsbetreiber nach Start- und Zielland aufsummiert übergeben. Vom Vereinigten Königreich wurden die Emissionen und Anzahl der Flüge aufgegliedert in die Start- und Zielflughäfen übermittelt. Beide Datensets beziehen sich ausschließlich auf Starts von deutschen Flugplätzen. Die sich dabei ergebenden Summen sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 2 ETS-Zahlen aus den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich

	Anzahl der Flüge		CO ₂ - Emissionen (t)	
	DE - DE	DE - international	DE - DE	DE - international
Niederlande			0	403.811
Vereinigtes Königreich	264	63.387	2.012	4.322.723

Quelle: NL und UK, direkte Übermittlung

Da die Anzahl der Flüge von den Niederlanden nicht übermittelt wurde, erfolgt in Kapitel 5.2.1 eine Abschätzung dazu. Ebenso erfolgt dort eine Einordnung dieser Zahlen in den Gesamtzusammenhang bezüglich der Anzahl der Flüge und dem Kerosinverbrauch. Die Anzahl der Flüge unter der Verwaltung des Vereinigten Königreichs ist in Tabelle 14 nach Zielländern aufgegliedert und den Flügen aus anderen Quellen gegenüber gestellt.

4 Abgleich der ETS-Daten mit anderen Datenquellen

4.1 Vergleich mit den Daten des Statistischen Bundesamtes

4.1.1 Grundlagen für den Vergleich

Das Statistische Bundesamt erfasst die Verkehrsleistungen des Flugverkehrs auf Basis des Verkehrsstatistikgesetzes (VerkStatG). Die Befragung erfolgt monatlich: Am detailliertesten wird der gewerbliche Flugverkehr auf ausgewählten Flugplätzen erfasst². Außerdem erfolgen eine vereinfachte monatliche Erfassung des gewerblichen Flugverkehrs auf sonstigen Flugplätzen und eine jährliche Erfassung des sonstigen Flugverkehrs. Die Veröffentlichung der Ergebnisse erfolgt im Rahmen der Fachserie 8, Reihen 6.1 (für die derzeit 27 ausgewählten Flugplätze) und 6.2 (für alle Flugplätze).

Eine weitere Quelle sind die speziellen Auswertungen des Statistischen Bundesamtes, die dem Umweltbundesamt im Rahmen der TREMOD-AV-Modellierung (siehe IFEU/Öko-Institut 2012) und damit auch als Grundlage für die Emissionsberichterstattung zur Verfügung gestellt werden. Diese beinhalten die Anzahl der Starts sowie die Passagier- und Frachtmengen für den gewerblichen Flugverkehr auf ausgewählten Flugplätzen in der Differenzierung nach Distanzklassen³ und Flugzeugtypen sowie getrennt nach nationalem und internationalem Flugverkehr.

Da mit diesen Daten in TREMOD-AV auch der Energieverbrauch berechnet wird, lassen sich die Verbrauchsangaben der ETS-Daten direkt mit den Modellergebnissen von TREMOD-AV vergleichen. Hierzu können Ergebnisse für den gewerblichen Flugverkehr auf ausgewählten Flugplätzen, unterschieden in nationalen und internationalen Flugverkehr sowie nach Flugplatzpaaren, herangezogen werden. Die vergleichbaren Größen sind

- Anzahl Flüge
- Anzahl Passagiere (oder Passagiergewicht)
- Gewicht Fracht und Post
- Kerosinverbrauch

Alle leistungsbezogenen Kennzahlen, d.h. mit Berücksichtigung der Distanz (Flug-km, Personen-km, Tonnen-km), sind in den jeweiligen Datensätzen abgeleitete Größen und daher mit Unsicherheiten bezüglich der Vergleichbarkeit behaftet, werden aber in bestimmten Fällen hier verwendet (hier: Tonnen-km in 4.1.3).

Um die Vergleichbarkeit von Daten aus dem ETS mit dem Statistischen Bundesamt herzustellen, sind folgende Abgrenzungen zu beachten:

² Bei den ausgewählten Flugplätzen handelt es sich (derzeit) um 27 deutsche Flughäfen, die 99,5 % des gesamten Passagierolumens bzw. Frachtaufkommens abdecken.

³ Die Einordnung von Flugzeugpaaren in Distanzklassen erfolgte damit durch das Statistische Bundesamt und wurde für die Berechnung in TREMOD übernommen..

- Bei den Daten des Statistischen Bundesamtes sind die Flüge mit Flugzeugen unter 5,7 Tonnen höchstzulässiges Startgewicht herauszunehmen.
- Bei den ETS-Daten sind die Flüge des gewerblichen Flugverkehrs auf ausgewählten Flugplätzen für den Vergleich herauszufiltern.⁴

Während die Kriterien auf der Seite der ETS-Daten erfüllt werden können, erlaubt nur der Datensatz aus der Sonderauswertung des Statistischen Bundesamtes für das Umweltbundesamt eine Unterscheidung der Leistungsdaten nach Startgewicht. Damit sind prinzipiell folgende Vergleichsmöglichkeiten gegeben:

- Vergleich der Gesamtleistungen und des Energieverbrauchs des nationalen und des internationalen Flugverkehrs (Flüge mit Start auf ausgewählten Flugplätzen in Deutschland mit einem höchstzulässigem Startgewicht >5,7 t)
- Vergleich der Flugleistungen und des Energieverbrauchs nach Distanzklassen. Hierzu werden die ETS-Daten entsprechend den Distanzen der Flugplatzpaare (Großkreisentfernung) den Distanzklassen der Datenauswertung des Statistischen Bundesamtes zugeordnet. Damit sind die Daten vergleichbar. Als Unsicherheit bleibt die Möglichkeit bestehen, dass das Statistische Bundesamt bestimmte Flugplatzpaare in der Auswertung anders zugeordnet hat, als die hier vorgenommene Zuordnung der ETS-Daten.
- Vergleich der Flugleistungen nach (ausgewählten) Flugplatzpaaren. Hierbei müssen übereinstimmende Flugplatzpaare identifiziert werden. Eine Herausrechnung der Flüge mit Flugzeugen <5,7 t höchstzulässigem Startgewicht ist hierbei nicht möglich. Allerdings spielen diese Maschinen bei Distanzen über 500 km so gut wie keine Rolle (Anteil <1 %), so dass eine Vergleichbarkeit für solche Relationen möglich ist.

4.1.2 Vergleich nationaler und internationaler Verkehr

Das Statistische Bundesamt weist für das Jahr 2010 insgesamt 361.000 Starts für den innerdeutschen gewerblichen Flugverkehr aus, von denen 342.000 Starts oder 94,6 % auf den ausgewählten Flugplätzen stattfinden. Die Anzahl der Starts von grenzüberschreitenden Flügen lag bei 706.000, nahezu alle von den 27 ausgewählten Flugplätzen. Die Anzahl der Starts mit Flugzeugen ab 5,7 t höchstzulässigem Startgewicht war im nationalen Verkehr mit 295.000 Flügen deutlich geringer (Anteil 86 %), bei den internationalen Starts waren es 700.000 Flüge (Anteil 99 %). - Bei der Anzahl der Passagiere und dem Frachtgewicht ist der Anteil der Flugzeuge unter 5,7 t höchstzulässigem Startgewicht sehr gering, die Werte unterscheiden sich daher kaum.

Die vergleichbaren Kennzahlen sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

⁴ Die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse beinhalten auf Seite der ETS-Daten alle Flüge, da die Informationen zu den gewerblichen Flügen bei der Auswertung noch nicht zur Verfügung stand. Da der Anteil der nicht-gewerblichen Flüge jedoch gering ist (siehe Kapitel 3.1.2), würden sich die hier dargestellten Ergebnisse nur unwesentlich ändern.

Tabelle 3 Daten des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler gewerblicher Verkehr im Jahr 2010

Von	Nach	Anzahl der Flüge alle >5,7t		Anzahl Passagiere alle >5,7t		Masse Fracht + Post alle >5,7t		Masse gesamt
		Mio.		Mio.		Mio. t		Mio. t
DE	DE	0,361	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
DE-ausg.	DE	0,342	0,295	24,627	24,610	0,117	0,117	0,363
Anteil ausgew.		94,6%						
DE	Ausland	0,706	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
DE-ausg.	Ausland	0,706	0,700	71,882	71,874	2,202	2,202	2,920
Anteil ausgew.		100,0%						

Anmerkungen: DE-ausg.: Ausgewählte Flugplätze nach der Definition des Statistischen Bundesamtes

Quelle: StBA.

Die Berechnung des Energieverbrauchs in TREMOD-AV erfolgt nach einem differenzierten Verfahren auf Basis der einzelnen Flüge nach Flugzeugtypen und Entfernungsklassen (Tier 3a). Basis sind die entsprechend differenzierten Flugverkehrsstatistiken für den gewerblichen Flugverkehr auf ausgewählten Flugplätzen in Deutschland ab 1990 des Statistischen Bundesamtes. Energieverbrauchs- und Emissionsdaten wurden vor allem aus der EMEP-EEA-Datenbank (EMEP-EEA 2009) abgeleitet.

Die Berechnung wird differenziert nach den Flugphasen LTO (Landing/Take-off) und CCD (Reiseflug). Als Flugentfernung wird für jede Distanzklasse aus der Datenaufbereitung des Statistischen Bundesamtes der Mittelwert angesetzt. Da die Distanzklassen auf den Großkreisentfernungen basieren, wird bei der Berechnung ein zusätzlicher Umweg berücksichtigt. In Abweichung zu dem der in der Entscheidung 2009/339/EG (Kommission 2009a) vorgeschlagenen Verfahren (Flugentfernung = Großkreisentfernung + 95 km) wird die Flugentfernung in Abhängigkeit der Flugdistanz nach folgenden Formeln berechnet⁵:

für Großkreisentfernungen < 185,2 km

$$RFD = GCD + 60 \text{ km}$$

für Großkreisentfernungen >= 185,2 km

$$RFD = (GCD - 185,2 \text{ km}) * 1,04 + 185,2 \text{ km} + 60 \text{ km}$$

GCD: Great Circle Distance (Großkreisentfernung)

RFD: Real Flight Distance („Reale“ Flugentfernung)

Dies bedeutet, dass in TREMOD-AV bei Distanzen unter 1060,2 km (Großkreis) die zusätzliche Strecke unter 95 km liegt, bei höheren Distanzen darüber.

⁵ Hierzu wurden in (EcoTransIT 2011) zwei Quellen zugrunde gelegt: Der durch den Start und die Landung verursachte Umweg liegt im Umkreis von 50 nautischen Meilen um einen Flughafen jeweils bei 30 km (erster Teil der Formel), für den Reiseflug außerhalb dieser Zone kommt ein mittlerer Umwegfaktor von 4 % dazu. Details siehe in (EcoTransIT 2011).

Im Mittel liegt so der berücksichtigte Umweg für den innerdeutschen Verkehr bei 68 km, für den internationalen Verkehr bei 122 km. Dementsprechend wären die mit TREMOD-AV berechneten Energieverbräuche und Emissionen mit dem Ansatz von 95 km bei Distanzen unterhalb dieser Schwelle höher, bei weiteren Distanzen entsprechend niedriger. Bezogen auf den nationalen und internationalen Verkehr bedeutet dies: im nationalen Verkehr führt der TREMOD-AV-Ansatz zu einem geringeren, im internationalen Verkehr dagegen zu einem höheren Verbrauch.

Die folgende Tabelle zeigt die zugrundeliegenden Flug-km, mittleren Distanzen und den Energieverbrauch.

Tabelle 4 TREMOD-Berechnung auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler gewerblicher Verkehr im Jahr 2010

Von	Nach	Flug-km Großkreis		Flug-km mit Umweg		Energieverbrauch (incl. Umweg)	
		alle	>5,7t	alle	>5,7t	alle	>5,7t
		Mio. km		Mio. km		Mio.t	
DE-ausg.	DE	125	120	148	140	0,669	0,665
DE-ausg.	Ausland	1.230	1.226	1316	1.312	7,298	7,297

Von	Nach	Mittl. Dist. Großkreis		Mittl. Dist. mit Umweg		Umweg	
		alle	>5,7t	alle	>5,7t	alle	>5,7t
		km		km		km	
DE-ausg.	DE	365	407	433	476	68	69
DE-ausg.	Ausland	1.743	1.751	1865	1.873	122	123

Quelle: TREMOD, StBA.

Sortiert man aus den ETS-Daten die Flüge von den sonstigen Fluglätzen heraus, bleiben etwa 98 % der Flüge übrig, die mit den Daten des statistischen Bundesamtes vergleichbar sind. Die folgende Tabelle zeigt die entsprechenden Kennzahlen im Vergleich.

Tabelle 5 ETS-Daten in der Abgrenzung des Statistischen Bundesamtes: nationaler und internationaler Verkehr im Jahr 2010

Von	Nach	Anzahl der Flüge	Treibstoff	Emissionen	Anzahl Passagiere	Masse Passagiere	Masse Fracht + Post	Fracht-masse gesamt
		Mio.	Mio. t	Mio. t CO ₂	Mio.	Mio. t		
DE	DE	0,285	0,616	1,940	23,817	0,238	0,105	0,344
DE-ausg.	DE	0,278	0,608	1,915	23,674	0,237	0,103	0,340
Anteil ausgew.		97,5%	98,7%	98,7%	99,4%	99,4%	97,8%	98,9%
DE	Ausland	0,441	5,308	16,721	47,692	0,477	1,641	2,118
DE-ausg.	Ausland	0,433	5,104	16,076	47,174	0,472	1,574	2,045
Anteil ausgew.		98,3%	96,1%	96,1%	98,9%	98,9%	95,9%	96,6%

Anmerkungen: DE-aus.: ausgewählte Flugplätze nach der Definition des Statistischen Bundesamtes

Quelle: DEHSt 2012b, eigene Berechnungen

Die so abgegrenzten Kennzahlen von ETS einerseits und Statistischem Bundesamt einschließlich der TREMOD-AV-Energieberechnung andererseits lassen sich nun vergleichen. Die Ergebnisse der Gegenüberstellung sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 6 Vergleich von ETS-Daten mit dem Statistischen Bundesamt und TREMOD für die von ausgewählten Flugplätzen abgehenden Flüge (Flugzeuge ab 5,7 t höchstzulässiges Startgewicht)

Von	Nach	Anzahl der Flüge			Anzahl Passagiere		
		ETS	StBa	ETS/StBa	ETS	StBa	ETS/StBa
		Mio.		Diff(%)	Mio.		Diff(%)
Gesamt		0,712	0,995	-28%	70,848	96,484	-27%
DE-ausg.	DE	0,278	0,295	-6%	23,674	24,610	-4%
DE-ausg.	Ausland	0,433	0,700	-38%	47,174	71,874	-34%

Von	Nach	Masse Fracht + Post			Gesamtmasse Pass.+Fracht		
		ETS	StBa	ETS/StBa	ETS	StBa	ETS/StBa
		Mio. t		Diff(%)	Mio. t		Diff(%)
Gesamt		1,677	2,319	-28%	8,762	11,967	-27%
DE-ausg.	DE	0,103	0,117	-12%	2,471	2,578	-4%
DE-ausg.	Ausland	1,574	2,202	-29%	6,291	9,389	-33%

Von	Nach	t Pass.+Fracht/Flug			Energieverbrauch (incl. Umweg)		
		ETS	StBa	ETS/StBa	ETS	TREMOD	ETS/TREMOD
		t/Flug		Diff(%)	Mio. t		Diff(%)
Gesamt		12,314	12,026	2%	5,712	7,962	-28%
DE-ausg.	DE	8,879	8,743	2%	0,608	0,665	-9%
DE-ausg.	Ausland	14,520	13,409	8%	5,104	7,297	-30%

Von	Nach	Energieverbrauch/Flug			Energieverbrauch/t Pass.+Fracht		
		ETS	TREMOD	ETS/TREMOD	ETS	TREMOD	ETS/TREMOD
		t/Flug		Diff(%)	t/t		Diff(%)
Gesamt		8,027	8,002	0%	0,652	0,665	-2%
DE-ausg.	DE	2,185	2,256	-3%	0,246	0,258	-5%
DE-ausg.	Ausland	11,779	10,422	13%	0,811	0,777	4%

Quelle: StBA, TREMOD, DEHSt 2012b, eigene Berechnungen

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Anzahl der Flüge ist bei den ETS-Daten um 6 % (innerdeutsch/national) bzw. 38 % (international) niedriger als beim Statistischen Bundesamt. Der Deckungsgrad ist also beim nationalen Flugverkehr deutlich höher als beim internationalen Flugverkehr.
- Bei der Passagierzahl und Frachtmenge sind die Unterschiede etwas geringer. Daraus ergibt sich rechnerisch bei den ETS-Daten eine um 2 % (national) bzw. 8 % (international) höhere massenbezogene Auslastung pro Flug.
- Hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs ist die Abweichung der ETS-Daten für die nationalen Relationen höher, für die internationalen Verbindungen niedriger als hinsichtlich der Starts. Bezogen auf den einzelnen Flug ist der spezifische Verbrauch

beim nationalen Flugverkehr bei ETS um 3 % geringer als mit der TREMOD-AV-Berechnung, für internationale Verbindungen dagegen um 13 % höher.

- Bezieht man den Kraftstoffverbrauch auf das transportierte Personen- und Tonnengewicht, schneidet ETS bezogen auf den einzelnen Flug günstiger ab. Gegenüber TREMOD-AV/Stat. Bundesamt fällt dann der spezifische Verbrauch im nationalen Verkehr um 5 % geringer, im internationalen Verkehr um 4 % höher aus. Insgesamt ergibt sich für die untersuchten Relationen nahezu ein Gleichstand beim Bezug auf die Anzahl der Flüge und ein spezifischer Vorteil von 2 % von ETS beim Bezug auf die transportierte Masse.
- Wenn TREMOD-AV einheitlich mit einem Umweg von 95 km rechnen würde, fiel der Unterschied im Kerosinverbrauch sowohl national als auch international insgesamt größer aus. Denn dadurch wäre der Verbrauch für den nationalen Flugverkehr noch etwas höher (Mehrverbrauch für die 95 km gegenüber den 68 km, die im Mittel verwendet werden), beim Internationalen Verkehr dagegen niedriger (Minderverbrauch für die 95 km gegenüber den 122 km, die im Mittel verwendet werden).

4.1.3 Vergleich nach Distanzklassen

Für eine differenziertere Betrachtung wurden die im vorigen Kapitel beschriebenen Daten weiter in die verschiedenen Distanzklassen des statistischen Bundesamtes unterteilt. Da sich die Distanzklassen auf die Großkreisentfernung beziehen, wurden, um die Paare den Angaben des Statistischen Bundesamtes zuordnen zu können, in den ETS-Daten die für die Flugplatzpaare angegebenen Distanzen (die den Umweg von 95 km enthalten), auf die Großkreisentfernung umgerechnet. Anschließend wurden die Kennzahlen je Distanzklasse aufsummiert.

Tabelle 7 Beschreibung der Distanzklassen

Klassenbreite	National		International	
	Bandbreite	Anzahl	Bandbreite	Anzahl
100 km	0 - 800 km	8	0 - 2000km	20
500 km	-	-	2000 - >10.000km	17
gesamt	0 - 800 km	8	0 - >10.000 km	37

Quelle: TREMOD

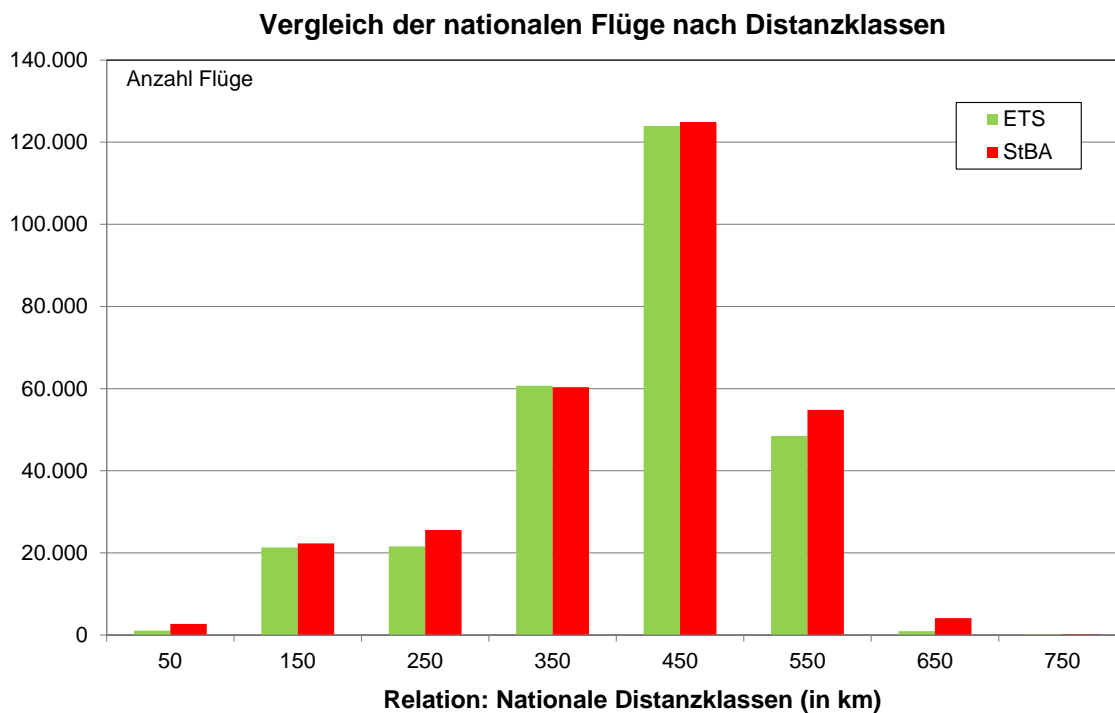
Bei der Zuordnung gab es an zwei Stellen inkonsistente Ergebnisse, die auf unterschiedliche Zuordnungen von Flugplatzpaaren zu Distanzklassen bei ETS und dem Statistischen Bundesamt schließen lassen: In den Klassen „600-700 km“ beim nationalen Verkehr und in der Klasse „2.000-2.500 km“ beim internationalen Verkehr sind deutlich mehr Starts enthalten als beim Statistischen Bundesamt, in den Nachbarklassen „500-600 km“ sowie „2.500-3.000 km“ dafür deutlich weniger. Da nicht überprüft werden konnte, welche Flugplatzpaare davon betroffen sind, wurden einige Flugplatzpaare aus ETS in die andere Gruppe verschoben, so dass die Anzahl der Flüge bei ETS insgesamt nicht höher lag als beim Statistischen Bundesamt.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anzahl der Flüge nach Distanzklassen im Vergleich von ETS und Statistischem Bundesamt. Die Werte sind in der Darstellung bezogen auf die mittlere Distanz je Distanzklasse.

Im Anschluss sind für den nationalen und internationalen Flugverkehr jeweils zwei Abbildungen für den mit TREMOD-AV berechneten spezifischen Energieverbrauch dargestellt, einmal bezogen auf die Anzahl der Flüge, zum anderen bezogen auf die Tonnenkilometer der gesamten beförderten Masse von Personen und Fracht.

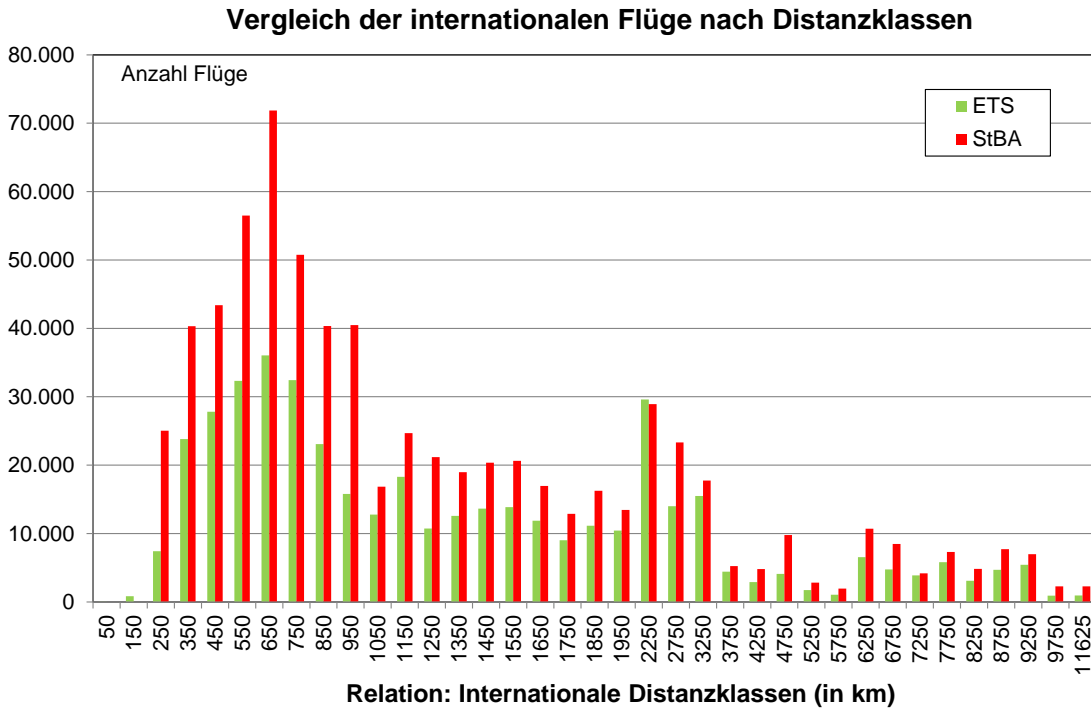
Die Ergebnisse zeigen, dass die Unterschiede zwischen ETS und dem Statistischen Bundesamt nicht gleichmäßig über die Distanzklassen verteilt sind. Eine Interpretation der Ergebnisse folgt im Anschluss an die Abbildungen.

Abbildung 3 Vergleich ETS - Statistisches Bundesamt nach nationalen Relationen in Distanzklassen - Anzahl Flüge



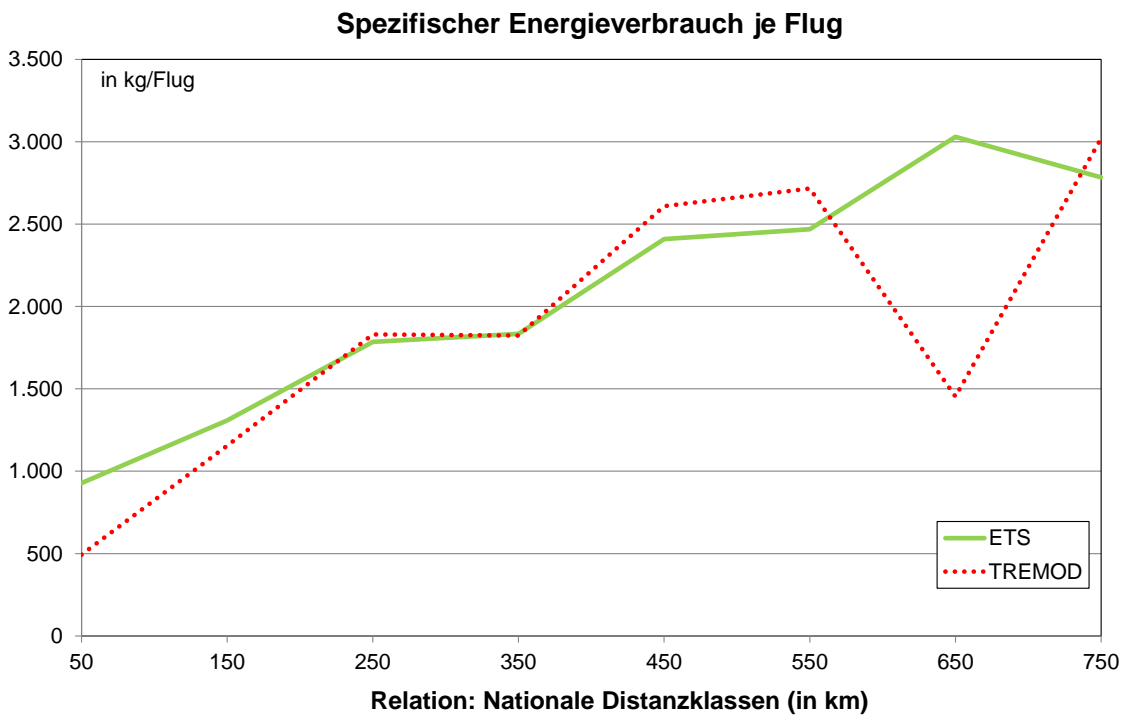
Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen.

Abbildung 4 Vergleich ETS – Statistisches Bundesamt nach internationalen Relationen in Distanzklassen – Anzahl Flüge



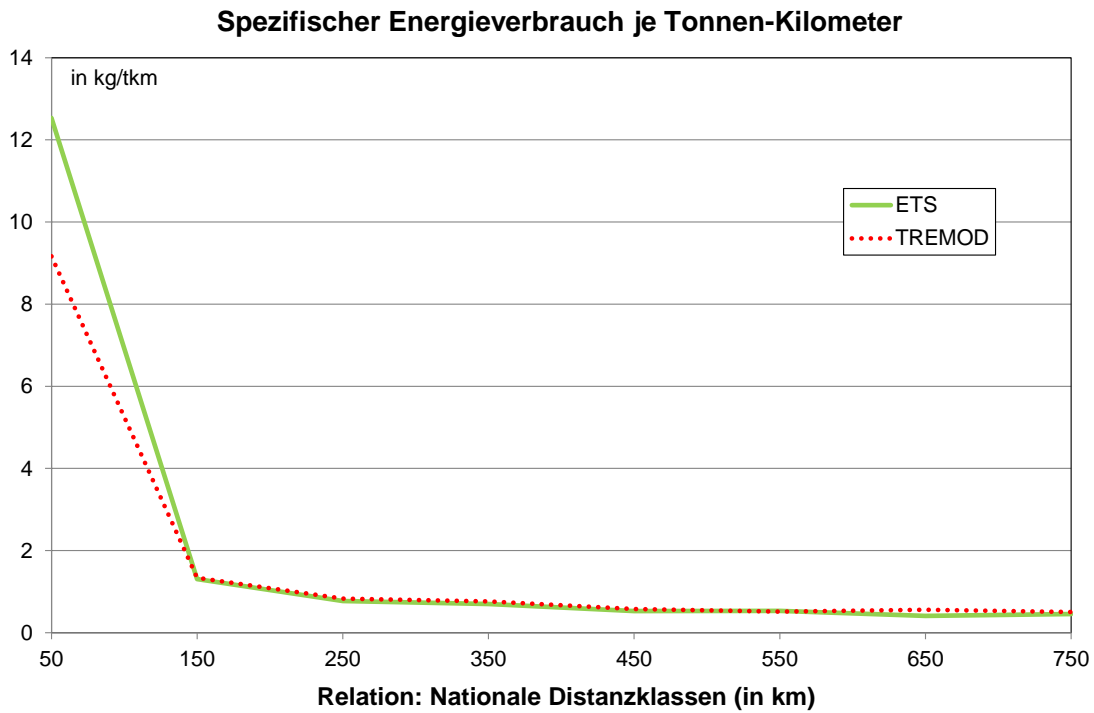
Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen.

Abbildung 5 Vergleich ETS – TREMOD nach nationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Flug



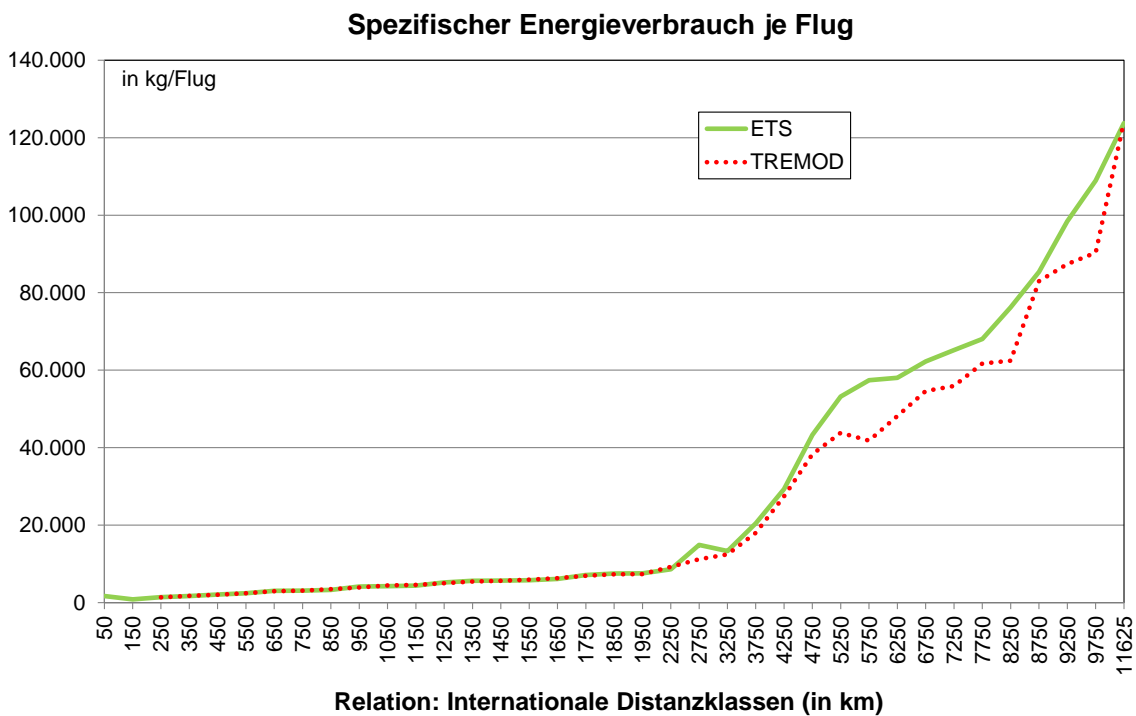
Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen.

Abbildung 6 Vergleich ETS – TREMOD nach nationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Tonnen-Kilometer



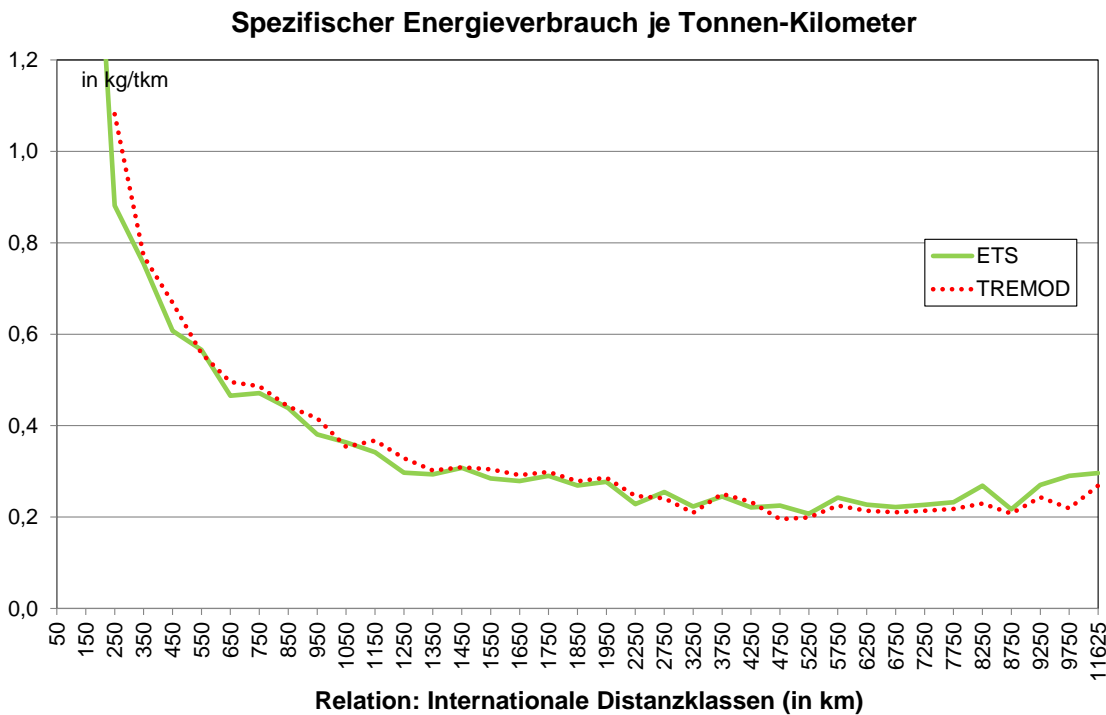
Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen.

Abbildung 7 Vergleich ETS – TREMOD nach internationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Flug



Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen

Abbildung 8 Vergleich ETS – TREMOD nach internationalen Relationen in Distanzklassen – spezifischer Energieverbrauch je Tonnen-Kilometer



Quelle: DEHSt 2012b, StBA, TREMOD, eigene Berechnungen

Die Differenzierung nach Distanzklassen erlaubt folgende weitere Aussagen zu den Unterschieden und Übereinstimmungen der ETS-Daten mit den Daten des Statistischen Bundesamtes und der darauf aufbauenden Energierechnung in TREMOD-AV:

- Beim nationalen Flugverkehr liegt die Anzahl der Flüge je Distanzklasse bei ETS in gleicher Größenordnung wie beim Statistischen Bundesamt oder darunter. Die größte Abweichung gibt es in den Distanzklassen „0-100 km“ und „200-300 km“ mit -60 % bzw. -16 %. Die Differenz über alle Klassen lag bei 6 % (siehe voriges Kapitel).
- Beim internationalen Flugverkehr sind die Unterschiede erwartungsgemäß größer (die Differenz über alle Klassen lag bei 38 %, siehe voriges Kapitel). Die Unterschiede haben mit -70 % bis +2 % zudem eine große Bandbreite.
- Der spezifische Verbrauch je Flug ist beim nationalen Flugverkehr in der TREMOD-AV-Berechnung in den meisten Fällen etwas höher als der in den ETS-Zahlen dokumentierte Verbrauch. In der mit nur wenigen Flügen besetzten Distanzklasse „600-700 km“ liegt der mit TREMOD-AV berechnete Verbrauch je Flug erheblich niedriger. Das erklärt sich dadurch, dass hier nach den Daten des Statistischen Bundesamtes in dieser Distanzklasse deutlich kleinere Maschinen enthalten sind als in den benachbarten Klassen. Möglicher Grund dafür ist, dass beim Statistischen Bundesamt die betreffenden ETS-Flugplatzpaare einer anderen Distanzklasse zugeordnet wurden.
- Beim internationalen Verkehr liegt der Verbrauch nach ETS bezogen auf die Anzahl der Flüge - insbesondere in den Distanzklassen ab 5.000 km - meist höher als nach TREMOD-AV. In diesen Klassen ist allerdings auch die rückgerechnete Auslastung (Tonnen

transportierte Masse je Start) besonders hoch, so dass sich der Kerosinverbrauch je Tonnenkilometer z.T. deutlich weniger unterscheidet als der Verbrauch je Flug.

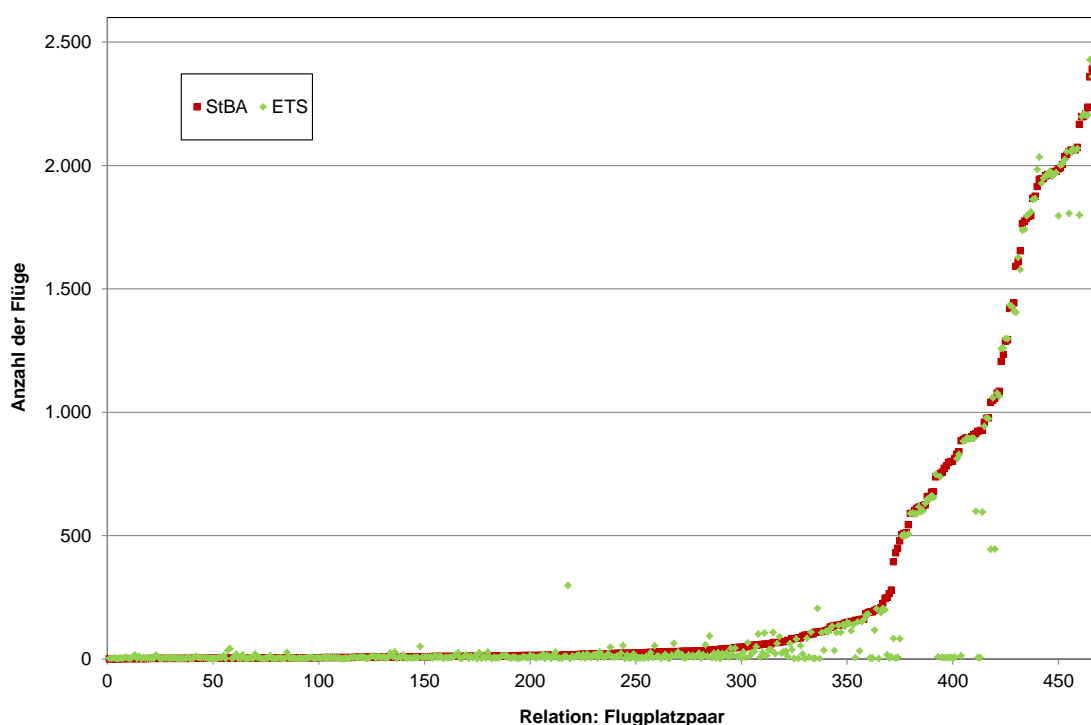
4.1.4 Vergleich nach Flugplatzpaaren

Mit den publizierten Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes lässt sich ein Vergleich der Ergebnisse je Flugplatzpaar durchführen. Allerdings ist die Vergleichbarkeit z.T. eingeschränkt:

Zum einen lassen sich die Flüge der Flugzeuge mit weniger als 5,7 Tonnen zulässigem Startgewicht (Maximum Take-off Mass - MTOM) nicht aus den publizierten Daten des Statistischen Bundesamtes herausrechnen. (Allerdings spielen diese Maschinen bei Distanzen ab 300 km nur noch eine geringe Rolle, ab 500 km ist dieser Unterschied vernachlässigbar.) Zum anderen ist beim Statistischen Bundesamt nur ein Teil der publizierten Daten je Flugplatzpaar angegeben. Die mengenmäßig weniger starken Verbindungen sind z.T. stark aggregiert. Daher wurden die Daten zum Zwecke der Vergleichbarkeit folgendermaßen aufbereitet:

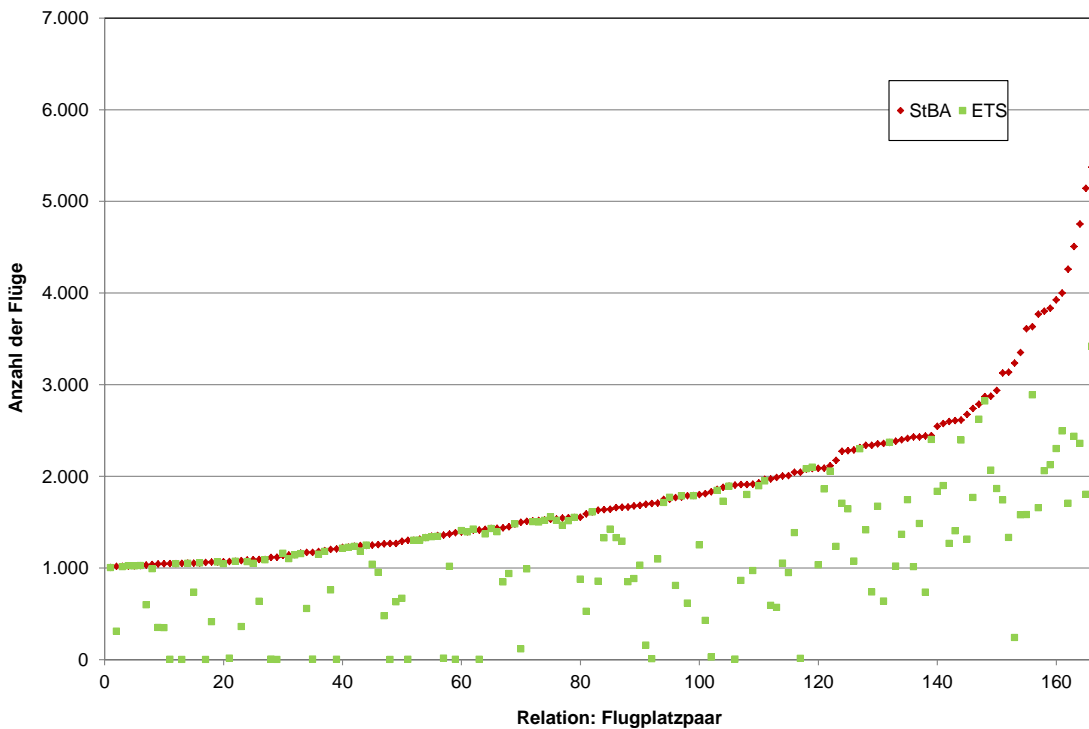
- Die beim Statistischen Bundesamt identifizierbaren Flugplätze wurden mit dem ICAO-Code versehen, so dass die mit ETS übereinstimmenden Paare identifiziert werden konnten.
- Bei vom Statistischen Bundesamt zusammengefasst übermittelten Relationen wurden die ETS-Flugplatzpaare in gleicher Weise zu Paargruppen zusammengefasst.
- Insgesamt ergab sich so eine Anzahl vergleichbarer Paare oder Paargruppen von 498 für den nationalen Flugverkehr mit 270.000 Starts und 167 für den internationalen Flugverkehr mit 201.000 Flügen. Dies entspricht einem Deckungsgrad von 97,5 % im nationalen Verkehr und 46 % im internationalen Verkehr, bezogen auf die Gesamtzahl der Flüge von ausgewählten Flugplätzen in ETS.

Abbildung 9 Vergleich ETS -Stat. Bundesamt nach nationalen Relationen in Flugplatzpaaren - Anzahl Flüge



Quelle: DEHSt 2012b, StBA, eigene Berechnungen.

Abbildung 10 Vergleich ETS – Stat. Bundesamt nach internationalen Relationen in Flugplatzpaaren – Anzahl Flüge



Quelle: DEHSt 2012b, StBA, eigene Berechnungen.

Der Vergleich erlaubt eine erste Abschätzung, auf welchen Relationen die Abdeckung durch die ETS-Daten besonders hoch oder besonders niedrig ist. Folgende Aussagen lassen sich festhalten:

- Bei den meisten nationalen Verbindungen ergibt sich eine gute Deckung der ETS-Daten mit denen des Statistischen Bundesamtes. Bei den Flugplatzpaaren mit 100 Starts und mehr, das sind 33 % aller Flugplatzpaare, liegt die Abweichung von ETS zu den Daten des Statistischen Bundesamtes bei 70 % der Paare bei unter ± 5 %.
- Bei den internationalen Verbindungen ist die Übereinstimmung erwartungsgemäß geringer. Immerhin liegt bei 28 % der Flugplatzpaare die Differenz bei weniger als ± 5 %.
- Da die Abweichungen einzelner Relationen nicht nur negativ, sondern auch positiv sind (d.h. ETS weist in Einzelfällen höhere Verkehrsmengen aus als das Statistische Bundesamt), kommt es bei der Zusammenfassung zu Kompensationseffekten. Dadurch ist die Differenz der Summen, wie sie in Kapitel 4.1.2 dargestellt ist, tendenziell geringer als wenn man den absoluten Betrag aller Abweichungen je Flugplatzpaar zusammenfassen würde.

4.2 Vergleich mit Eurocontrol-Daten

Bei Eurocontrol, der europäischen Flugsicherungsorganisation, liegen detaillierte Daten über den Flugverkehr im europäischen Raum vor. Im Rahmen dieses Projektes wurde dem ÖkoInstitut ein Zugang zu diesen Daten über Eurocontrols CFMU (Central Flow Management Unit) ermöglicht. Damit können über ein Online-Portal die im CIR (CFMU Interactive Reporting) abgelegten Informationen zu den europäischen Flügen unter Instrumentenflugregeln eingesehen und herunter geladen werden. Da dort die Daten nur für die vergangenen zwei Jahre vorliegen, mussten die hier verwendeten Daten im Rahmen einer persönlichen Kommunikation angefragt werden. Eurocontrol sendete einen Datensatz zu allen Flügen, die von Deutschland im Jahr 2010 abgingen. Dieser beinhaltet die aggregierte Anzahl der Flüge je Flugplatzpaar, je Flugart und Flugzeugtyp.

Da die ETS-Zahlen nicht nach Flugzeugtypen aufgegliedert vorliegen, kann ein Abgleich mit den Daten von Eurocontrol nur als Abschätzung auf der Basis des Vergleichs nach Flugplatzpaaren erfolgen. Dieser Vergleich wird in Kapitel 4.2.1 durchgeführt, anschließend daran werden die Flugplatzpaar-Relationen betrachtet, die nicht in den (den Auftragnehmern vorliegenden) ETS-Relationen enthalten sind.

4.2.1 Beschreibung der Eurocontrol-Zahlen

Insgesamt liegen von Eurocontrol Flugdaten für 22.926 Relationen (Flugplatzpaare) vor, davon ein gutes Drittel für nationale Flüge. Bei den Eurocontrol-Daten ist zu berücksichtigen, dass auch Rundflüge enthalten sind, also Flüge die auf dem gleichen Flugplatz starten und landen. In den ETS-Zahlen sind solche Flüge nicht enthalten, da Rundflüge nicht emissionshandelspflichtig sind.

Tabelle 8 Eurocontrol-Daten 2010, aggregiert

	National	International	Gesamt
Relationen	7.899	15.027	22.926
<i>davon Rundflüge</i>	116		
Anzahl Flüge	381.743	769.668	1.151.411
<i>Linienflüge</i>	290.599	661.761	952.360
<i>Gelegenheitsflüge</i>	25.138	63.809	88.947
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	28.932	24.318	53.250
<i>Andere</i>	34.588	6.518	41.106
<i>Militär</i>	2.485	13.249	15.734
<i>nicht spezifiziert</i>	1	13	14

Quelle: Eurocontrol Network Management Data.

Basierend auf den Betreiberangaben bei der Anmeldung zum Flugplan werden diese in Gruppen eingeteilt. Die Linienflüge überwiegen sowohl national als auch international mit Anteilen von 76 bzw. 86 % bei Weitem. Danach folgt die Kategorie der Gelegenheitsflüge, hier ist vor allem der Charterverkehr erfasst. Letztere befinden sich vor allem im nationalen Flugverkehr in derselben Größenordnung wie die Flüge, die unter „Allgemeine Luftfahrt“ zusammen gefasst werden. Unter der „Allgemeinen Luftfahrt“ versteht man private und gewerbliche Flüge nach Sichtflug- und Instrumentenflugregeln von Leichtflugzeugen, Geschäftsreiseflugzeugen oder Rettungshubschraubern. Während diese individuellen Flüge im nationalen Bereich 8 % der Flüge ausmachen, liegt ihr Anteil im internationalen Flugverkehr

nur bei 3 %. Die Militärflüge umfassen 1 % national und 2 % international, wogegen der Anteil der Gelegenheitsflüge mit 7 und 8 % in beiden Kategorien ähnlich ist. Die restlichen Flüge fallen in die Kategorie „Andere“ oder sind nicht spezifiziert. Es liegen keine weiteren Information dazu vor, welche Flüge hier erfasst werden und ob es zu Abgrenzungsschwierigkeiten z.B. zur „Allgemeinen Luftfahrt“ und - wie für alle Kategorien - auch zu Falschzuordnungen kommen kann, da diese Angaben der Betreiber nicht extern überprüft werden.

Durch eine von der DEHSt zur Verfügung gestellte Liste aller Flugzeugtypen, der entnommen werden kann, welche Flugzeugtypen ein höheres Startgewicht als 5,7 t haben und damit unter den ETS fallen, können die einzelnen Flugtypen nach diesem Kriterium untersucht werden:

Tabelle 9 Anteile von Flugzeugtypen mit einem max. Startgewicht über 5,7 t in den Eurocontrol-Daten

Anzahl Flüge mit MTOW >5,7 t	national	international	Total
Gesamt	85%	95%	92%
<i>Linienflüge</i>	100%	99%	99%
<i>Gelegenheitsflüge</i>	71%	87%	82%
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	30%	44%	36%
<i>Andere</i>	22%	59%	27%
<i>Militär</i>	48%	42%	43%
<i>nicht spezifiziert</i>	100%	62%	64%

Quelle: Eurocontrol Network Management Data, DEHSt 2012c.

Aus dieser Analyse ist zu erkennen, dass der Anteil der Flugzeuge über 5,7 t im internationalen Luftverkehr mit 95 % deutlich höher ist als im nationalen Luftverkehr (85 %) und während die Linienflüge jeweils (nahezu) vollständig mit Flugzeugen über 5,7 t bedient werden, ist der Anteil in der Kategorie „Andere“ in der nationalen Luftfahrt mit 22 % besonders gering.

4.2.2 Vergleich nach Flugplatzpaaren

Bezüglich der ETS-Zahlen ist damit nur ein Abgleich für Flüge möglich, die in Deutschland starten. Dabei können grundsätzlich nur die ETS-Flüge berücksichtigt werden, für die den Auftragnehmern das Flugplatzpaar nach ICAO-Codes vorliegt.⁶ Das ist für 99 % der Flüge (aus den Tonnenkilometerberichten) möglich; knapp 5.000 ETS-Flüge müssen dadurch in der Betrachtung vernachlässigt werden (siehe Tabelle 10). Dabei handelt es sich vor allem um internationale Flüge, was an einem besonders hohen spezifischen Kerosinverbrauch von 25,4 t Kerosin pro Flug abzulesen ist.

⁶ Aus Vertraulichkeitsgründen wurden einige Relationen in den ETS-Zahlen zusammengefasst, zum Teil nach Ländern, zum Teil nach Kontinenten.

Tabelle 10 Vergleich der ETS-Zahlen mit Eurocontrol-Daten

	Relationen	Flüge-ETS	Kerosin	spez. Kerosinverbrauch	Flüge-ECTRL	Differenz Flüge ECTRL - ETS
	Anzahl	Anzahl	t	t / Flug	Anzahl	Anzahl
Flüge, die von Deutschland abgehen	n.v. für ETS	730 151	5 924 145	8.1	1 151 411	421 260
<i>davon nationale Flüge</i>	n.v. für ETS	287 697	616 018	2.1	381 743	94 046
<i>davon internationale Flüge</i>	n.v. für ETS	442 454	5 308 127	12.0	769 668	327 214
ETS-Flüge für die den Auftragnehmern kein ICAO-Flugplatzcode vorliegt	89 Paare	4 966	126 277	25.4		
ETS-Flüge, für die keine Relation in den Eurocontrol-Daten verfügbar ist	38	162	954	5.9		
<i>davon nationale Flüge</i>	19	64	39	0.6		
<i>davon internationale Flüge</i>	19	98	915	9.3		
Damit sind vergleichbar	3665	725 023	5 796 913	8.0	983 334	258 311
Eurocontrol - auszuschließende Flüge					106 825	
<i>Max. Startgewicht unter 5,7 t</i>					97 734	
<i>Militärische Flüge</i>					15 734	
<i>Rundflüge</i>					7 458	
Eurocontrol-Flüge (nicht-militärisch, über 5,7 t max. Startgewicht), für die keine Relation in den ETS-Daten verfügbar ist					101 928	
Damit sind schließlich vergleichbar	3647	724 958	5 795 796	8.0	942 658	217 700
<i>davon nationale Flüge</i>	1066	286284	615 246	2.1	315 551	29 267
<i>davon internationale Flüge</i>	2581	438 674	5 180 551	11.8	627 107	188 433
Mehr ECTRL-Flüge berichtet als ETS-Flüge	2606	679 813	4 821 498	7.1	899 109	258 912
<i>davon nationale Flüge</i>	993	272 813	586 992	2.2	302 560	29 747
<i>davon internationale Flüge</i>	1613	407 000	4 234 507	10.4	596 549	189 549
ECTR = ETS	858	20 427	461 903	22.6	20 427	0
<i>davon nationale Flüge</i>	188	2 147	2 252	1.0	2 147	0
<i>davon internationale Flüge</i>	670	18 280	459 651	25.1	18 280	0
Weniger ECTRL-Flüge berichtet als ETS-Flüge	183	24 718	512 395	20.7	23 122	-1 596
<i>davon nationale Flüge</i>	45	11 324	26 003	2.3	10 844	-480
<i>davon internationale Flüge</i>	138	13 394	486 392	36.3	12 278	-1 116

Quelle: DEHSt 2012b, Eurocontrol Network Management Data, eigene Berechnungen Öko-Institut.

Für 38 Flugplatzpaare findet sich keine entsprechende Relation in den Eurocontrol-Zahlen. Dabei handelt es sich vorwiegend um kurze Flüge oder solche mit kleinen Flugzeugtypen (und damit geringem Kerosinverbrauch), da die spezifischen Kerosinverbräuche im Mittel sowie für nationale und internationale Flüge niedriger sind als für andere Relationen (siehe Tabelle 10). Damit sind zunächst 3.665 Relationen direkt vergleichbar zwischen den (den Auftragnehmern vorliegenden) ETS-Daten und den Eurocontrol-Daten.

Für einen Teil der Eurocontrol-Flüge kann jedoch mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden, dass diese einer Abgabeverpflichtung im Emissionshandel unterliegen. Dieses sind insbesondere Flüge mit einem maximalen Startgewicht unter 5,7 t und militärische Flüge. Bei letzteren kann es zudem zu geringfügigen Ungenauigkeiten in der Abgrenzung kommen, da auf der einen Seite im Emissionshandel Flüge von Militärs in Militärflugzeugen ausgenommen sind, jedoch Flüge von Militärs in Zivilflugzeugen (z.B. bei Truppentransporten) oder Flüge von Zivilisten in Militärmaschinen erfasst werden. Auf der anderen Seite entsprechen die Angaben der Luftfahrzeugbetreiber in den zu Grunde liegenden Flugplänen, die Eurocontrol als „militärische“ Flüge angibt, nicht immer exakt den ETS-Kriterien, da Vorgaben hierzu

unterschiedlich ausgelegt werden. Auch muss bedacht werden, dass manche militärischen Flüge aus Geheimhaltungsgründen nicht enthalten sind. Ebenfalls auszuschließen sind Rundflüge (also Flüge mit dem gleichen Start- und Zielflughafen), die eindeutig nicht in den ETS-Daten enthalten sind. Es zeigt sich jedoch, dass diese Flüge vollständig unter die beiden anderen Kategorien fallen, also von Flügen mit einem max. Startgewicht unter 5,7 t und/oder als militärische Flüge durchgeführt werden.

Insgesamt summieren sich die durch diese Einschränkungen ausgeschlossenen Flüge zu 106.825 Flügen, was sich nicht direkt aus der Summe der jeweiligen Anzahl der kleinen und militärischen Flüge ergibt, da es auch zwischen diesen beiden Kategorien Überschneidungen gibt. Durch den Ausschluss dieser Flüge sinkt die Zahl der zu vergleichenden Eurocontrol-Flüge von 983.334 auf 942.658 (siehe Tabelle 10).

Der Vollständigkeit halber sind hier auch anschließend die Flüge aufgeführt (nicht militärisch und mit einem Startgewicht über 5,7 t), die in den Eurocontrol-Daten auf Relationen berichtet werden, denen keine Entsprechung in den ETS-Relationen gegenüber stehen (101.928 Flüge, siehe dazu auch Kapitel 4.2.3).

Damit sind schließlich 3.647 Relationen direkt vergleichbar zwischen den ETS- und den Eurocontrol-Daten, 29 % davon für nationale Relationen. 724.958, also gut 99 % aller ETS-Flüge, werden dabei mit 82 % aller Eurocontrol-Flüge verglichen. Dabei zeigt sich, dass die Anzahl der Flüge nach Eurocontrol erheblich höher ist als nach ETS, nämlich um 217.700 Flüge. Im Folgenden werden drei Fälle der Übereinstimmung zwischen den beiden Datenquellen betrachtet: eine niedrigere, gleiche und höhere Zahl der ETS Flüge im Vergleich zu den von Eurocontrol erfassten Flügen.

1. Anzahl der Flüge nach ETS-Zahlen ist niedriger als in Eurocontrol-Daten:

Hierunter fällt die Mehrzahl der Relationen (2.606) und Flüge, da die Eurocontrol-Zahlen alle Flüge nach Instrumentenfluregeln umfassen und die ETS-Flüge eine Teilmenge davon bilden. Die spezifischen Kerosinverbräuche ähneln den Mittelwerten.

2. Anzahl der Flüge nach ETS-Zahlen entspricht den Eurocontrol-Daten

Für 858 aller direkt vergleichbaren Relationen (etwa 24 %), entsprechen die Flüge der ETS-Zahlen den Eurocontrol-Flügen, wobei hierunter hauptsächlich internationale Relationen fallen (99,5 %). Diese weisen einen besonders hohen spezifischen Kerosinverbrauch auf.

3. Anzahl der Flüge nach ETS-Zahlen ist höher als in Eurocontrol-Daten:

Dabei handelt es sich um 23.122 Flüge auf 183 vorwiegend internationalen Relationen (95 %). Auffällig ist der sehr hohe spezifische Kerosinverbrauch bei den internationalen Flügen, der auf sehr lange Flüge und/oder große Flugzeugtypen schließen lässt.

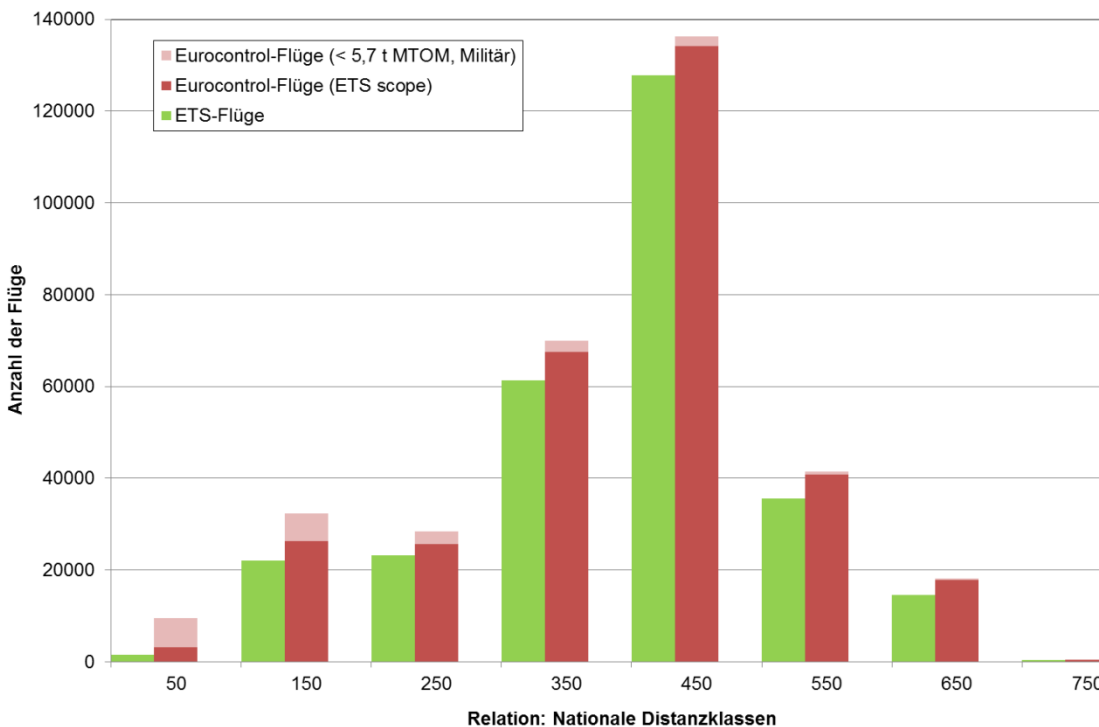
Es könnte sich hier auch um ein Zuordnungsproblem von ICAO-Flughafen-Codes zu den Orten handeln: Die Eurocontrol-Daten wurden über die ICAO-Code-Paarung der Flughäfen mit den ETS-Zahlen verbunden. Dabei fiel auf, dass einige „gängige“ Verbindungen mit einer hohen Zahl an Flügen wie z.B. London-Stansted – Berlin-Schönefeld (917) nicht in den ETS-Daten enthalten sind. Das könnte auf eine teilweise falsche Zuordnung der ICAO-Codes zu den Orten der Flughäfen hinweisen. Die ICAO-Codes sind im ETS nur eine Berichtsoption: die Betreiber können die Flugplätze auch nach Koordinaten oder Orten angeben. Dies kann zu Ungenauigkeiten bei der Zuweisung von ICAO-Codes insbesondere bei Städten mit mehreren

Flughäfen (wie etwa Berlin) führen. Auf der Seite der Eurocontrol-Daten ist anzunehmen, dass die genaue Lokalisierung des Flughafens über den ICAO-Code als sicherheitsrelevante Größe keinen Fehlern unterliegen dürfte. Allein bei Flughäfen mit zwei ICAO-Codes (wie Basel/Mülhausen-Bale) könnte es hier zu Zuordnungsproblemen kommen.

Der Vergleich nach Relationen ist in Abbildung 11 und Abbildung 12 graphisch dargestellt, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Einteilung der Entfernungen nach Größenklassen entsprechend Kapitel 4.1. vorgenommen wurde (in den Grafiken wird jeweils die mittlere Distanz angegeben). Als Entfernungen zwischen den Flugplatzpaaren nach Eurocontrol wurden diejenigen aus dem ETS verwendet (ETS scope). Analog zum vorhergehenden Kapitel wurden für die Einordnung in Distanzklassen die Zuschläge von 95 km abgezogen.

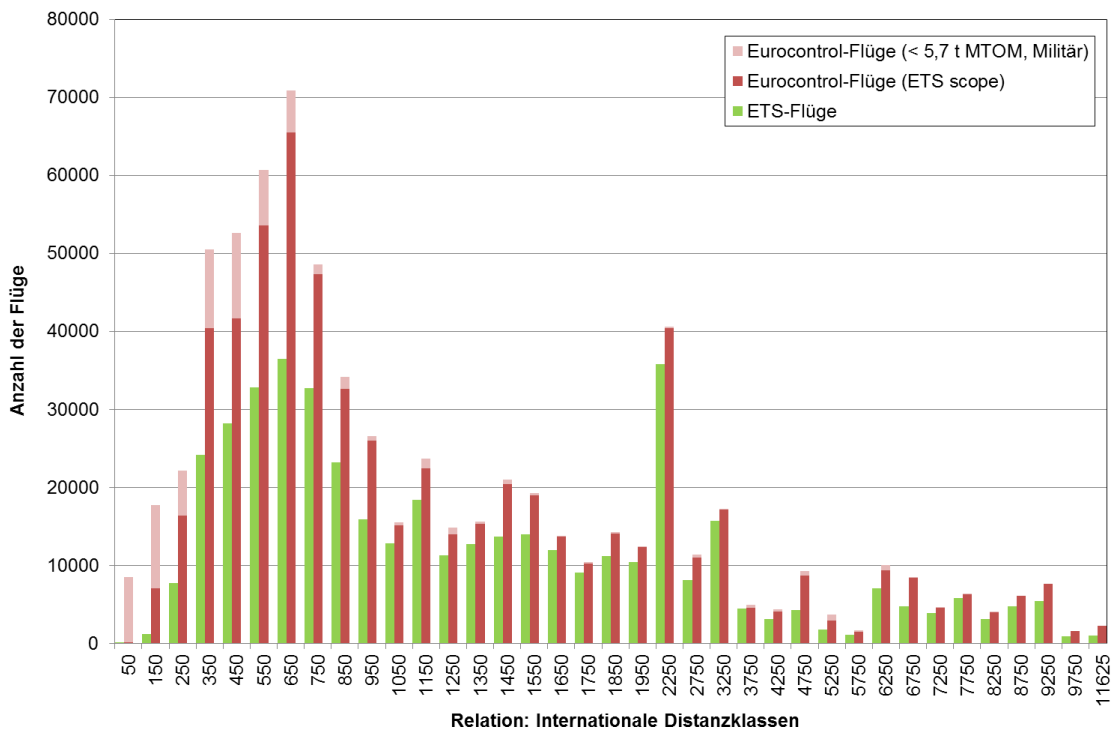
Die Flüge, die als kleine und militärische Flüge nach den Eurocontrol-Daten aus dem Vergleich ausgeschlossen wurden, sind in den Grafiken hellrot dargestellt. Dadurch ist leicht erkennbar, dass diese Ausschlüsse vor allem im Bereich der niedrigen Distanzklassen stattfinden.

Abbildung 11 Vergleich ETS / Eurocontrol (nationale Relationen) in Distanzklassen



Quelle. DEHSt 2012b, Eurocontrol Network Management Data, eigene Berechnungen

Abbildung 12 Vergleich ETS / Eurocontrol (internationalen Relationen) in Distanzklassen



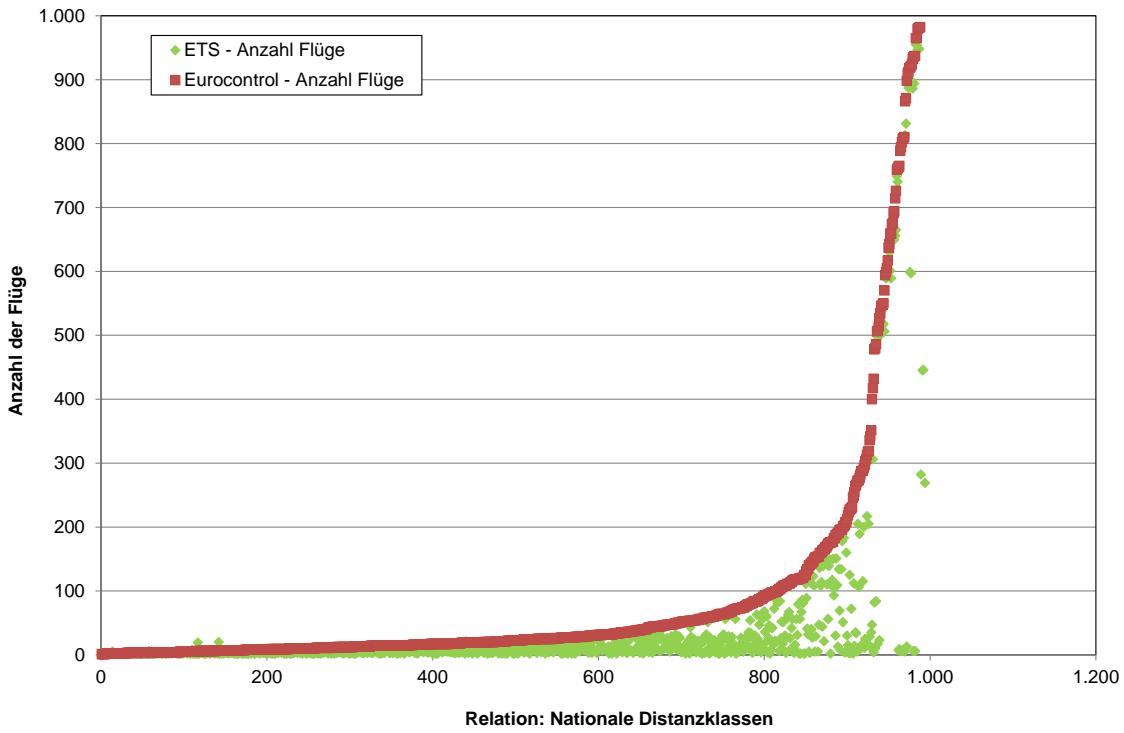
Quelle. DEHSt 2012b, Eurocontrol Network Management Data, eigene Berechnungen

In allen Distanzklassen, sowohl national wie international, liegt die Zahl der vom ETS erfassten Flüge unter der Zahl in Eurocontrol. Die Differenz zwischen den im ETS und durch Eurocontrol erfassten innerdeutschen Flügen ist in der niedrigsten Distanzklasse (<100 km) besonders groß. Nur knapp die Hälfte der in Eurocontrol erfassten zivilen Flüge über 5,7 t zulässiges Startgewicht werden für diese Distanz im Emissionshandel berichtet; ohne diese Korrektur wäre die Abweichung jedoch wesentlich höher (die ETS-Flüge würden dann nur 16 % statt 49 % der Eurocontrol-Flüge umfassen). Für internationale Flüge zeigen sich ebenso besonders in den niedrigen Distanzklassen unter 1.000 km höhere Abweichungen als in den höheren Distanzklassen. Dies kann durch einen Vergleich der durchschnittlichen Fluglänge verdeutlicht werden. Die Durchschnittslänge eines internationalen Fluges beträgt im ETS 1.855 km, bei Eurocontrol (ETS scope) jedoch nur 1.501 km.⁷ Das heißt, die Flüge, für die die Verbräuche zugeschätzt werden müssen (siehe Kapitel 5.2), fliegen auf rund 20 % kürzeren Strecken.

Eine andere Darstellung wird in den folgenden beiden Abbildungen gewählt: dort werden die einzelnen Relationen sortiert nach der Anzahl der Flüge gemäß Eurocontrol dargestellt. Dabei wurde jeweils nur ein Ausschnitt für maximal 1.000 Flüge pro Relation gewählt. Deutlich zu erkennen ist, dass die Punkte für die ETS-Flüge nur in seltenen Ausnahmefällen oberhalb der Anzahl der Flüge nach Eurocontrol liegen.

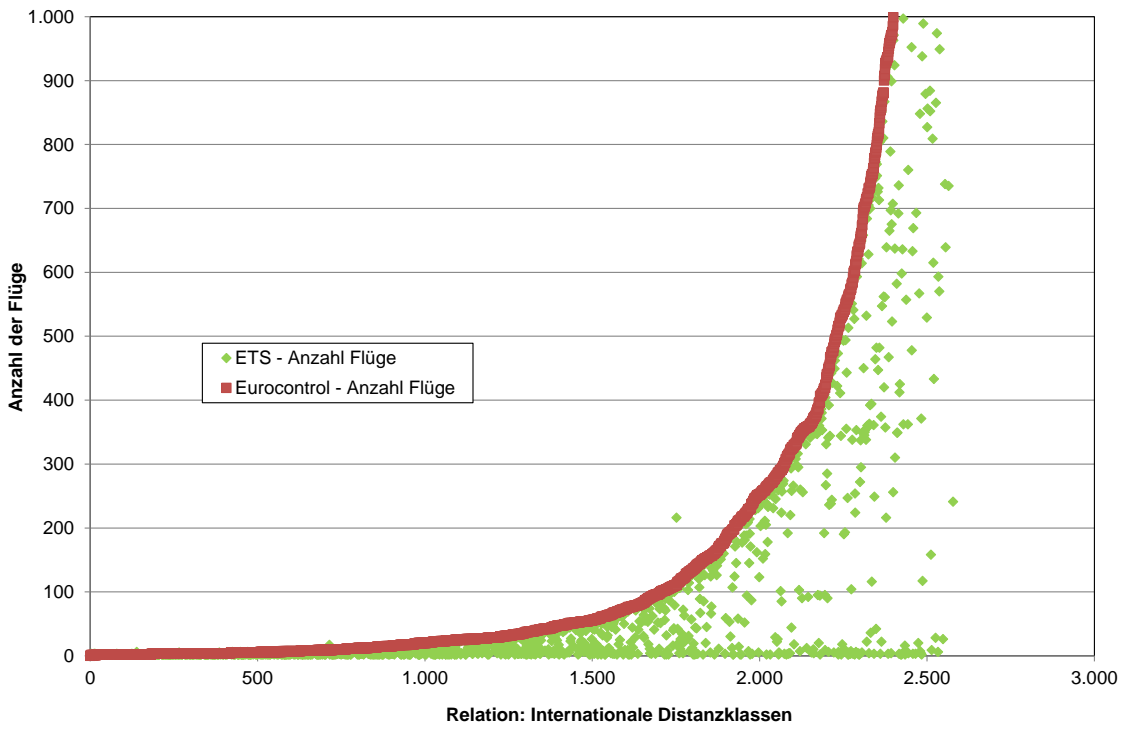
⁷ Die durchschnittliche Länge wurde berechnet basierend auf der mittleren Distanz der Distanzklassen multipliziert mit der Anzahl der Flüge in der jeweiligen Distanzklasse und anschließend durch die Gesamtzahl der Flüge geteilt.

Abbildung 13 Vergleich ETS / Eurocontrol (nationale Relationen)



Quelle. DEHSt 2012b, Eurocontrol Network Management Data, eigene Berechnungen

Abbildung 14 Vergleich ETS / Eurocontrol (internationalen Relationen)



Quelle. DEHSt 2012b, Eurocontrol Network Management Data, eigene Berechnungen

4.2.3 Analyse der Eurocontrol-Relationen, die nicht im ETS enthalten sind

Während in dem vorhergehenden Kapitel die Relationen betrachtet wurden, die im ETS-Datensatz enthalten sind, werden im Folgenden die Flugplatzpaare betrachtet, die keine Entsprechung in den ETS-Zahlen finden. Diese stellen damit jedoch nur eine Teilgröße aller Flüge dar, die nicht durch den ETS abgedeckt werden; weitere nicht abgedeckte Flüge wurden im vorhergehenden Kapitel quantifiziert – dabei ist jedoch eine Aussage über die Flugarten oder Flugzeugtypen nicht möglich.

19.261 Relationen, also 84 % aller Relationen, die in den Eurocontrol-Zahlen vorliegen, sind nicht in den ETS-Zahlen enthalten (siehe Tabelle 11). Deutlich zu erkennen ist, dass nur 1 % aller nationalen Linienflüge nicht durch die ETS-Relationen abgedeckt werden, wohingegen 95 % aller inländischen Militärflüge außerhalb der ETS-Relationen liegen. Insgesamt sind die Prozentsätze für die Linien- und Gelegenheitsflüge besonders niedrig, diese fallen weitgehend unter die durch den ETS abgedeckten Relationen.

Tabelle 11 Relationen, die nicht im ETS enthalten sind und Flüge auf diesen Relationen

	National	International	Gesamt
Relationen	6.827	12.434	19.261
<i>davon Rundflüge</i>	116		
Anzahl Flüge	45.196	122.881	168.077
<i>Linienflüge</i>	2.823	78.404	81.227
<i>Gelegenheitsflüge</i>	4.539	17.327	21.866
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	15.475	15.187	30.662
<i>Andere</i>	19.992	3.477	23.469
<i>Militär</i>	2.367	8.480	10.847
<i>nicht spezifiziert</i>		6	6
	Prozent aller Relationen/Flüge nach Eurocontrol		
Relationen	86%	83%	84%
Anzahl Flüge	12%	16%	15%
<i>Linienflüge</i>	1%	12%	9%
<i>Gelegenheitsflüge</i>	18%	27%	25%
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	53%	62%	58%
<i>Andere</i>	58%	53%	57%
<i>Militär</i>	95%	64%	69%
<i>nicht spezifiziert</i>	0%	46%	43%

Quelle: Eurocontrol Network Management Data, DEHSt 2012b.

Betrachtet man auf diesen Relationen den Anteil an Flügen mit einem max. Startgewicht über 5,7 t, zeigt sich, dass nur 3 % aller nationalen Flüge mit einem max. Startgewicht über 5,7 t auf Relationen zu finden sind, die nicht durch den ETS abgedeckt werden, im internationalen Luftverkehr sind es 13 % (Tabelle 12). Wieder zeigt sich, dass die nationalen Linienflüge besonders stark in den ETS-Relationen vertreten sind, wohingegen militärische Flüge weitgehend ausgeschlossen sind.

Tabelle 12 Anteil an Flugzeugtypen mit einem max. Startgewicht über 5,7 t auf Relationen, die nicht im ETS enthalten sind.

Anzahl Flüge mit MTOW >5,7 t bei Nicht-ETS Relationen	National	International	Total
Gesamt	3%	13%	10%
<i>Linienflüge</i>	1%	12%	8%
<i>Gelegenheitsflüge</i>	11%	24%	21%
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	18%	38%	29%
<i>Andere</i>	32%	34%	32%
<i>Militär</i>	91%	49%	56%
<i>nicht spezifiziert</i>	0%	25%	22%

Quelle: Eurocontrol Network Management Data, DEHSt 2012b+c.

4.3 Übersicht über verschiedene Quellen

Es liegen Flugverkehrsdaten aus verschiedenen Quellen vor, die jeweils durch den verschiedenen Fokus der Erhebung abweichende Abgrenzungen aufweisen und damit nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Eine Übersicht der verschiedenen Quellen zeigt die folgende Tabelle:

Tabelle 13 Übersicht über verschiedene Datenquellen

		Emissionshandel, verwaltet von				Eurocontrol	Statistisches Bundesamt
		DE	NL	UK	andere MS		
Von	Nach						
DE	DE	x	x	x	-	x	x (nur ausgw. Flugplätze)
DE	Ausland	x	x	x	-	x	
Ausland	DE	x	-	-	-	-	x (nur Gesamt)
Ausland	Ausland	x	-	-	-	-	-

Quelle: Öko-Institut, eigene Darstellung.

Während sich die Daten von Eurocontrol mit nahezu allen Flügen unter Instrumentenflugregeln auf den größten Erfassungsbereich beziehen und dementsprechend die höchste Anzahl von Flügen in allen Relationen aufweisen, beruhen die detaillierten Angaben des Statistischen Bundesamtes nur auf einer Auswahl an Flugplätzen und liegen damit jeweils unter den Gesamtzahlen von Eurocontrol (siehe Tabelle 14). In einer (unveröffentlichten) Analyse, die im Rahmen des Topic Centers on Air and Climate Change der Europäischen Umweltagentur durchgeführt wurde, konnte jedoch festgestellt werden, dass einige Flüge in den Daten des Statistischen Bundesamtes enthalten sind, die in den Eurocontrol-Daten fehlen. Als solche konnten in erster Linie Rundflüge identifiziert werden (Start und Landung auf demselben Flugplatz).

Insgesamt 75 % aller nationalen Flüge nach Eurocontrol sind von den derzeit vorliegenden ETS-Flügen abgedeckt, 60 % aller Flüge in die anderen ETS-Mitgliedstaaten und 78 % aller Flüge in andere Länder. In Bezug auf die einzelnen Länder fällt eine besonders hohe Abdeckung von 81 % für Flüge auf, die von Deutschland in das Vereinigte Königreich gehen, wobei zu der hohen Prozentzahl vor allem die Übergabe der ETS-Zahlen von UK beigetragen hat. Der Deckungsgrad der ETS-Zahlen in Bezug auf die Daten des Statistischen Bundesamtes ist durch die generell begrenztere Datenbasis jeweils etwas höher.

Tabelle 14 Anzahl der Flüge – Übersicht über verfügbare Quellen nach Ziel-Ländern

Von Deutschland nach	Anzahl Flüge 2010				STBA im Verhältnis zu Eurocontrol	ETS (DE+UK) im Verhältnis zu Eurocontrol	ETS (DE+UK) im Verhältnis zu StBA
	Eurocontrol	StBA (gewerbl. Flüge, ausgew. Flugplätze)	ETS (DE)	ETS (UK)			
National	381.743	341.715	287.697	264	90%	75%	84%
Deutschland	374.285	314.081	287.697	264	84%	77%	92%
Deutschland-Rundflüge	7.458	27.634	-	-	371%		
ETS-Mitgliedsstaaten	534.137	483.400	283.151	39.359	91%	60%	67%
Belgien	14.798	12.715	7.015	537	86%	51%	59%
Bulgarien	5.597	5.283	2.650	1	94%	47%	50%
Dänemark	17.328	16.170	5.958	421	93%	37%	39%
Estland	829		644	3		78%	
Finnland	8.516	8.270	3.975	3	97%	47%	48%
Frankreich	63.330	49.272	31.896	2.345	78%	54%	69%
Griechenland	17.445	16.569	11.166	835	95%	69%	72%
Irland	5.669	5.327	1.208	29	94%	22%	23%
Italien	67.348	62.360	47.921	2.801	93%	75%	81%
Liechtenstein	-		-	-			
Lettland	3.858	3.766	405	-	98%	10%	11%
Litauen	1.634	1.522	553	-	93%	34%	36%
Luxemburg	5.131	4.357	177	27	85%	4%	5%
Malta	1.976	1.866	500	-	94%	25%	27%
Niederlande	24.233	21.591	5.794	124	89%	24%	27%
Norwegen	10.627	10.155	6.080	1.533	96%	72%	75%
Österreich	47.878	43.419	25.742	93	91%	54%	60%
Polen	26.282	24.457	11.888	299	93%	46%	50%
Portugal	10.188	9.714	5.741	100	95%	57%	60%
Rumänien	8.890	8.364	5.437	1	94%	61%	65%
Schweden	17.017	15.805	10.491	184	93%	63%	68%
Slowakei	1.118		334	-		30%	
Slowenien	2.965	2.690	293	-	91%	10%	11%
Spanien	76.949	73.948	56.337	1.584	96%	75%	78%
Tschechische Republik	11.969	10.131	4.662	20	85%	39%	46%
Ungarn	10.095	8.622	5.519	493	85%	60%	70%
Vereinigtes Königreich	70.998	65.764	29.915	27.917	93%	81%	88%
Zypern	1.469	1.263	850	9	86%	58%	68%
Anderes Ausland	234.938	222.132	159.303	24.023	95%	78%	83%
ICAO-Code unbekannt (nur international)	593			5			
Gesamt	1.151.411	1.047.247	730.151	63.651	91%	69%	76%

Quellen: Eurocontrol Network Management Data, DEHSt 2012b, StBA (Fachserie 8, Reihe 6.2), eigene Berechnungen Öko-Institut.

Geht man davon aus, dass die „fehlenden“ Flüge in die anderen Mitgliedstaaten zum großen Teil von diesen verwaltet werden (was mit dem Blick auf die Daten des Vereinigten Königreichs angemessen erscheint), wäre damit besonders eine Übergabe weiterer ETS-Daten von Frankreich, Österreich, Spanien und Italien hilfreich, also der Länder, bei denen sich die höchsten absoluten Differenzen zwischen den ETS- und Eurocontrol-Flügen zeigen.

5 Luftverkehrsemissionen im nationalen Treibhausgasinventar

5.1 Berechnung der Luftverkehrsemissionen für das Emissionsinventar

Für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen des Luftverkehrs sind generell nur von deutschen Flughäfen abgehende Flüge relevant, wobei unterschieden wird in

- 1.A.3.a (Ziviler Luftverkehr) für Flüge mit Start und Landung in Deutschland und
- 1.C.1.a (Internationale Bunkerbrennstoffe / Luftverkehr) für Flüge mit Startflughafen in Deutschland und internationalem Ziel.

5.1.1 Ermittlung der Luftverkehrsemissionen im Treibhausgasinventar

Die Berechnung der Luftverkehrsemissionen für das deutsche Treibhausgasinventar (UBA 2012) basiert auf den Absatzzahlen für Kerosin und Flugbenzin gemäß der nationalen Energiebilanz. Entscheidend ist hier die Aufteilung auf nationalen (innerdeutschen) und internationalen Flugverkehr. Diese erfolgt über einen sogenannten Splitfaktor, der für jedes Bezugsjahr den Anteil des Kerosinverbrauchs für innerdeutsche Flüge am Gesamt-Kerosinverbrauch darstellt. Dieser Splitfaktor wird für die verschiedenen Bezugsjahre aus unterschiedlichen Quellen abgeleitet:

Zur Ermittlung des Splitfaktors für das Jahr 1990 wurden die Ergebnisse aus TREMOD-AV verwendet, die auf den von einzelnen Flugzeugtypen geflogenen Strecken nach Großkreisentfernungen beruhen. TREMOD-AV basiert auf jährlichen detaillierten Daten des Statistischen Bundesamtes über die Flüge nach Flugzeugtypen und Entfernungsklassen, aus denen unter Verwendung Flugzeugtypspezifischer Faktoren der Kerosinverbrauch und zahlreiche Emissionen untergliedert nach Flugbetriebszuständen⁸ ermittelt werden (IFEU/Öko-Institut 2012).

Der Splitfaktor aus TREMOD-AV ergibt sich als Anteil des je Bezugsjahr berechneten Kerosinverbrauchs des nationalen Flugverkehrs am berechneten Gesamt-Kerosinverbrauch für alle von den 27 ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flüge.

Für alle Jahre ab 2003 wird der Splitfaktor dagegen durch Eurocontrol zur Verfügung gestellt, wo der Treibstoffverbrauch für nationalen und internationalen Flugverkehr mit dem ANCAT-Modell auf Grundlage einzelner Flugbewegungen berechnet wird.

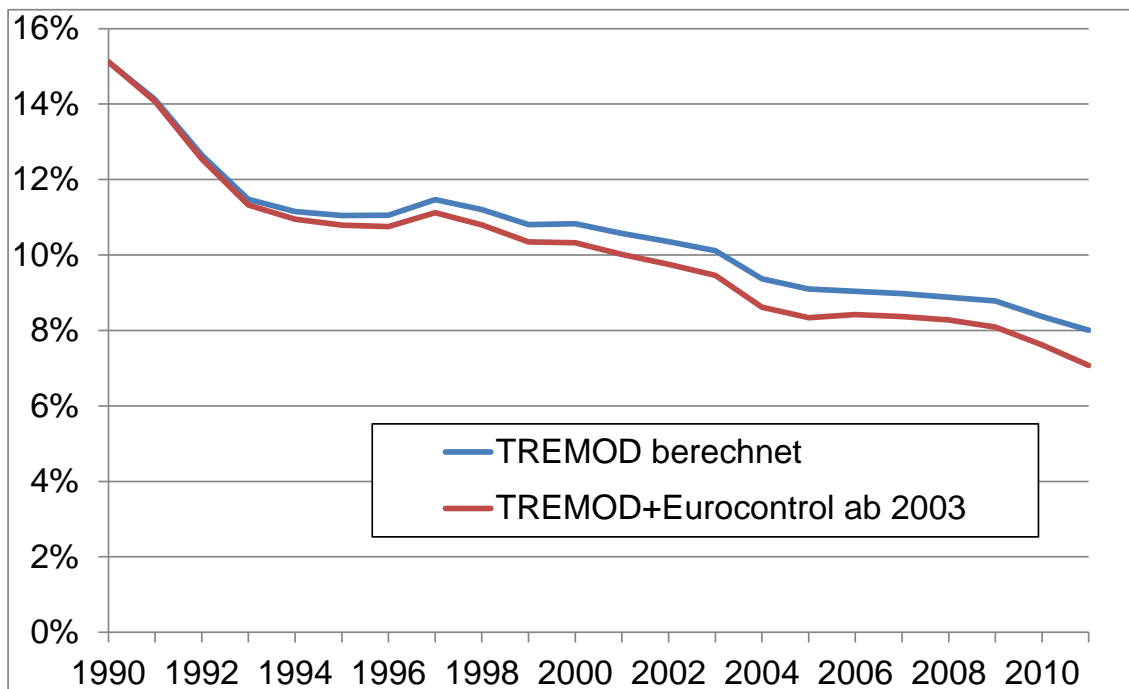
Die mit TREMOD⁹ über 2002 hinaus berechneten Splitfaktoren weichen von den Eurocontrol-Werten ab. Gründe hierfür sind die unterschiedlichen Berechnungsverfahren und Abgrenzungen von TREMOD-AV und Eurocontrol. Da nach UBA-Vorgabe für die Erstellung des Inventars derzeit sofern vorhanden die Eurocontrol-Splitfaktoren verwendet werden sollen,

⁸ Unterschieden wird generell in LTO-Zyklus (Landing/Take-off-Zyklus, d.h. Flugbewegungen bis 3.000 Fuß bzw. ca. 915 m) und Cruise (Flugbewegungen über 3.000 Fuß).

⁹ Die Berechnung des Splitfaktors und die Anpassung an die Energiebilanz erfolgt in TREMOD, nur die bottom-up Berechnung der Verbräuche erfolgt in dem Modul TREMOD-AV.

werden diese für alle Jahre ab 2003 genutzt. Da die Eurocontrol-Werte für alle Jahre niedriger sind als die mit TREMOD berechneten, wird zwischen dem TREMOD-Wert für 1990 und dem ersten originären Eurocontrol-Wert (für 2003) entsprechend der in TREMOD berechneten Entwicklung der Anteile so interpoliert, dass der 2003er Eurocontrol-Wert getroffen wird. In der folgenden Abbildung ist der Verlauf der Splitfaktoren dargestellt, der sich aus TREMOD-AV ergibt (aber so derzeit nicht für die Inventarberechnung verwendet wird) sowie der modifizierte Verlauf, der sich aus der beschriebenen Interpolation zwischen dem 1990er TREMOD-AV-Wert und dem 2003er Eurocontrol-Wert ergibt (und so für die Inventarberechnung verwendet wird).

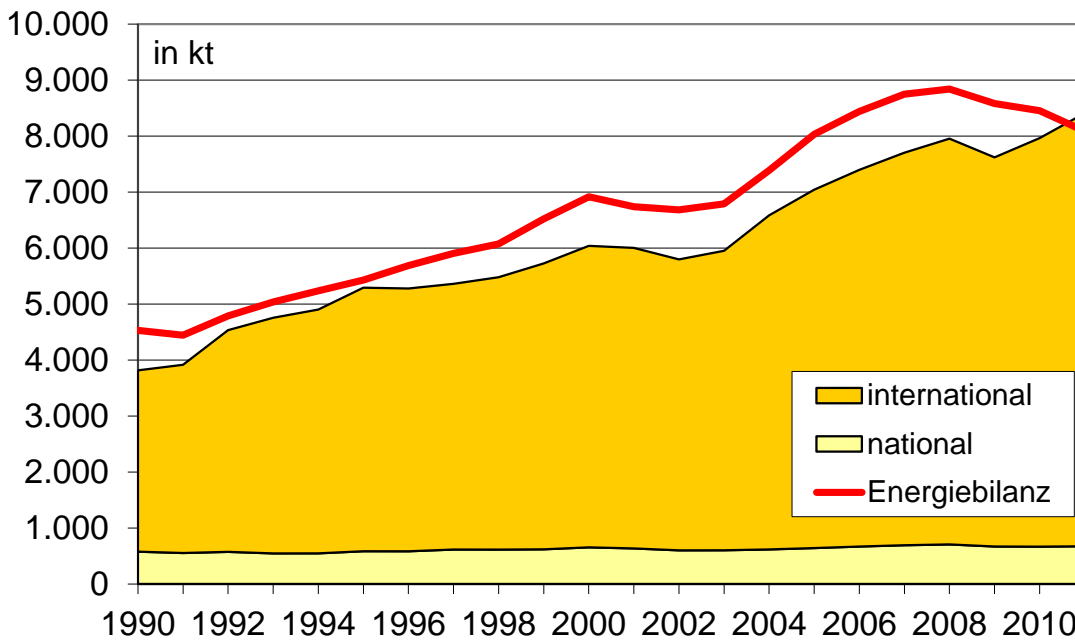
Abbildung 15 Splitfaktor zur Bestimmung des Anteils des nationalen Kerosinverbrauch am gesamten Kerosinverbrauch des Flugverkehrs



Quellen: TREMOD, Eurocontrol, eigene Berechnungen.

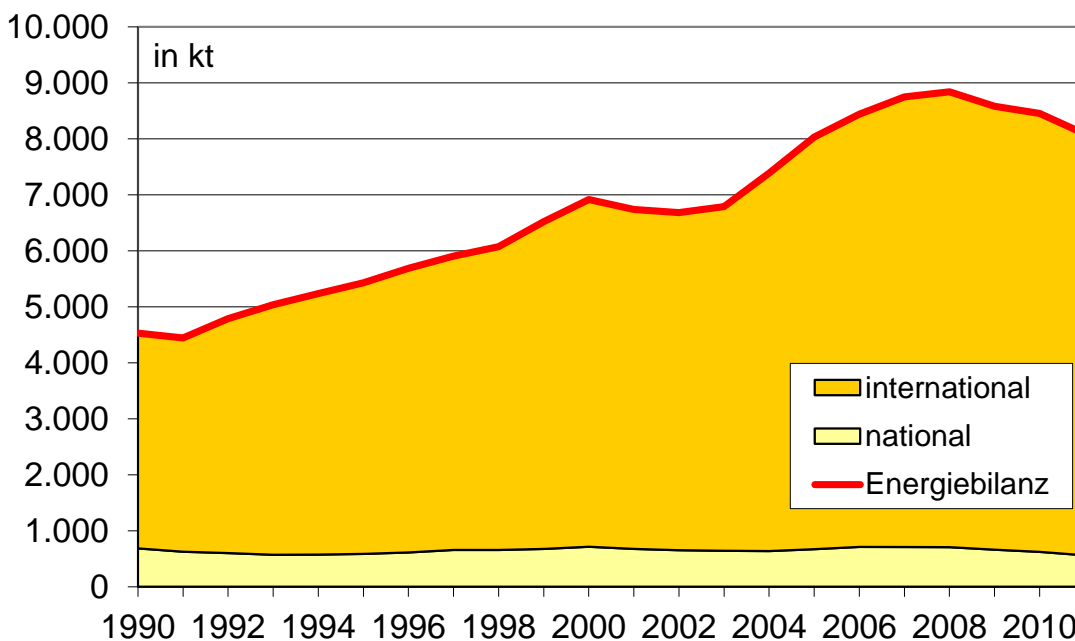
Die Aufteilung des Kerosinverbrauchs in nationalen und internationalen Verkehr nach TREMOD ist in der folgenden Abbildung 16 dargestellt. Die nachfolgende Abbildung 17 zeigt die Verbrauchswerte des Inventars nach Anpassung der TREMOD-Ergebnisse an die Energiebilanz und Anwendung der Splitfaktoren aus Abbildung 15.

Abbildung 16 Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Gegenüberstellung der TREMOD-Ergebnisse (national und international) und der Absatzmenge



Quellen: TREMOD, AG Energiebilanzen.

Abbildung 17 Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Ergebnisse für das Inventar

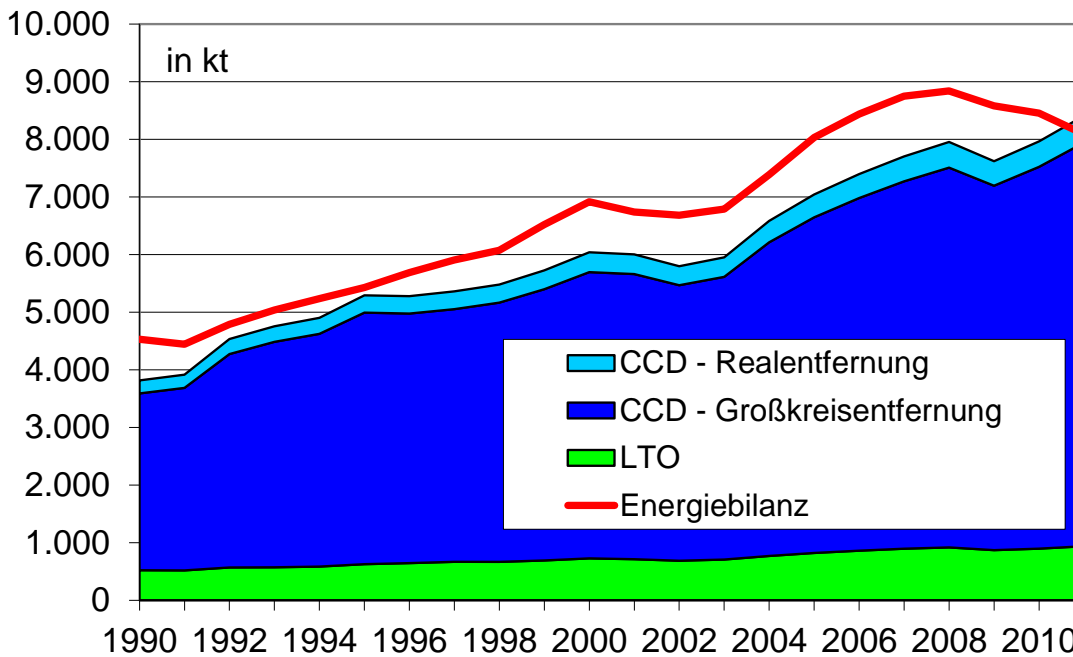


Quellen: TREMOD, Eurocontrol, AG Energiebilanzen.

Für die Unterteilung von Kerosinverbrauch und Emissionen auf LTO-Zyklus und Cruise werden die Ergebnisse von TREMOD-AV verwendet: Sowohl für nationalen als auch internationalen Flugverkehr werden die LTO-Verbräuche direkt übernommen.

Die folgende Abbildung zeigt den gesamten Kerosinverbrauch (national und international) in der Aufteilung auf LTO und CCD (Reiseflug), wie in TREMOD-AV berechnet. Ausgewiesen sind der Verbrauch für den Reiseflug, berechnet ohne Umwege, und der zusätzliche Verbrauch unter Berücksichtigung der Umwege. Zur Aufteilung des Kerosinverbrauchs auf die Flugphasen im Inventar wird der LTO-Verbrauch unverändert aus TREMOD-AV übernommen. Die komplette Differenz zwischen dem Kraftstoffabsatz nach Energiebilanz (rote Linie) und dem LTO-Verbrauch wird dem Verbrauch in der Reiseflugphase zugeordnet (siehe auch Abbildung 4 3). So erfolgt der oben angesprochene notwendige Abgleich mit der nationalen Energiebilanz.

Abbildung 18 Kerosinverbrauch des von ausgewählten Flugplätzen abgehenden gewerblichen Flugverkehrs 1990-2011: Gegenüberstellung der TREMOD-AV-Ergebnisse (LTO und CCD/Reiseflug) und der Absatzmenge



Quellen: TREMOD-AV, AG Energiebilanzen.

Den Emissionsberechnungen in der Inventarberichterstattung liegen unterschiedliche Ansätze zu Grunde: Während die Emissionen von CO₂, SO₂, CH₄ und N₂O (u.a.) direkt mit dem Treibstoffverbrauch verknüpft sind, basieren die Emissionen von NO_x, CO und NMVOC auf in TREMOD-AV hinterlegten Flugzeugtypspezifischen Emissionsfaktoren je Flugbetriebszustand. Aus den Ergebnissen der detaillierten Berechnung in TREMOD-AV werden jährliche mittlere kraftstoffbezogene Emissionsfaktoren für die ganze Flotte gebildet, die schließlich für die Berichterstattung verwendet werden.

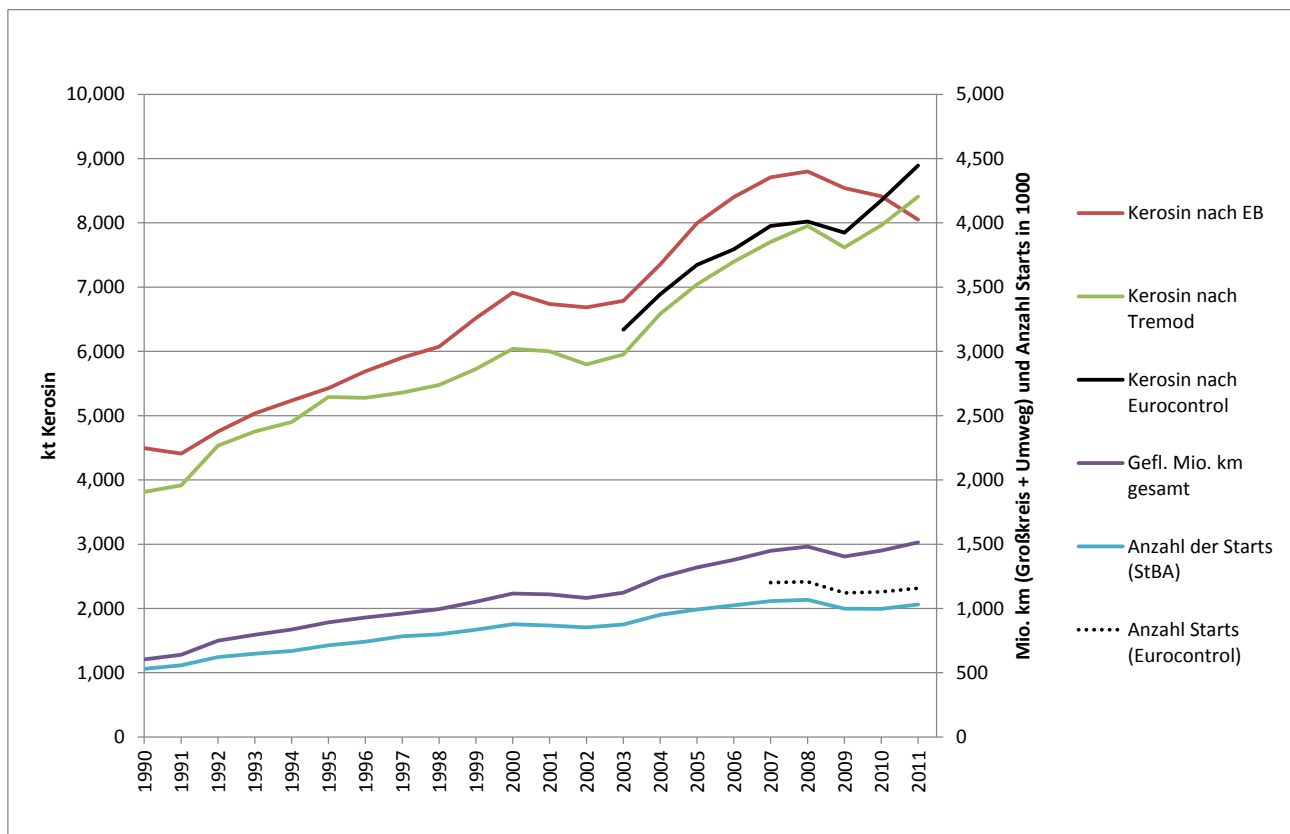
Für Flugbenzin ist nach den IPCC Guidelines 2006 keine Unterteilung in LTO-Zyklus und Cruise-Phase erforderlich. Damit erfolgt auch keine entsprechende Unterteilung der Emissionsfaktoren. Wie auch für Kerosin wurden die Emissionsfaktoren für NO_x, CO und NMVOC aus den Ergebnissen der TREMOD-AV-Berechnungen gewonnen. Für die Berechnung der gesamten NO_x, CO- und NMVOC-Emissionen aus Flugbenzin wurden die Flugzeugtypspezifischen Emissionsfaktoren der EMEP-EEA Datenbank (EMEP-EEA 2009) sowie anderer Datenquellen verwendet. Diese wurden anschließend durch den Flugbenzinverbrauch geteilt, um jährliche, durchschnittliche Emissionsfaktoren zu gewinnen, die in die Berichterstattung eingehen.

5.1.2 Unterschiede zwischen den Ergebnissen zum Treibstoffverbrauch

Wie im vorigen Kapitel dargestellt, bleibt zwischen dem Kerosinverbrauch, der mit TREMOD-AV bottom-up berechnet wird, und dem im nationalen Inventarbericht zugrundeliegenden Kerosinverbrauch, der in Abhängigkeit vom Treibstoffabsatz ermittelt wird, jährlich eine Differenz bestehen, die von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich ausfällt.

Zur Veranschaulichung der Differenzen werden in der folgenden Abbildung der gesamte Verbrauch an Kerosin nach der Energiebilanz den Ergebnissen von TREMOD-AV und Eurocontrol gegenüber gestellt (aufgetragen auf der linken y-Achse). Dieser Betrachtung werden die Anzahl der Starts nach den Daten des Statistischen Bundesamtes und nach Eurocontrol zu Grunde gelegt, ebenso wie die in TREMOD-AV berechneten geflogenen Kilometer (jeweils aufgetragen auf der rechten y-Achse).

Abbildung 19 Vergleich der Kerosinverbräuche 1990-2011



Quellen: StBA; Eurocontrol; TREMOD, eigene Darstellung Öko-Institut.

Die Anzahl der Starts gemäß dem Statistischen Bundesamt, die der Berechnung von TREMOD-AV zu Grunde liegen, liegen unter der Anzahl von Starts nach Eurocontrol. Das liegt darin begründet, dass beim Statistischen Bundesamtes nur gewerbliche Flüge von 27 ausgewählten Flugplätzen im erforderlichen Detaillierungsgrad erhoben werden. Diese stellen etwa 70 % der Starts aller gewerblichen Flüge dar, während 30% dieser Flüge von sonstigen Flugplätzen ausgehen. Allerdings liegt der Anteil des Kraftstoffverbrauchs des abgehenden gewerblichen Flugverkehrs auf sonstigen Flugplätzen nach Abschätzungen in IFEU/Öko-Institut (2012) nur bei

0,4 %. Nicht im Detail erfasst wurde auch der nicht-gewerbliche Flugverkehr, der für einen Großteil des Flugbenzinverbrauchs verantwortlich ist.

Bei Eurocontrol hingegen werden zwar die Flüge von allen Flughäfen in Deutschland erfasst, jedoch werden nur diese berücksichtigt, die unter Instrumentenflugregeln erfolgen. Flüge unter Sichtflugregeln, also insbesondere Flüge von kleineren Flugzeugtypen in niedrigen Höhen, die vorwiegend nicht-gewerblicher Natur sind, bleiben unberücksichtigt. Grundsätzlich ist hier zu beachten, dass die Anzahl der Flüge nicht direkt mit dem Treibstoffverbrauch korreliert ist, da diese kleinen Flugzeuge durch ihr geringeres Gewicht und kürzere Flugdistanzen erheblich weniger Treibstoff verbrauchen – wobei sie häufig sehr hohe Startzahlen aufweisen (Trainingsflüge etc.).

Die Anzahl der Starts und die geflogenen Kilometer zeigen nach den statistischen Daten seit 1990 bis zum Jahr 2008 einen deutlich steigenden Trend und einen Einbruch im Jahr 2009. Durch einen darauf folgenden erneuten Anstieg wurde im Jahr 2011 das Niveau von 2008 bezüglich der Starts wieder erreicht und bezüglich der geflogenen Kilometer sogar übertroffen.

Parallel zu diesen Erkenntnissen verhält sich der berechnete Kerosinverbrauch nach TREMOD-AV und Eurocontrol: Nach dem Einbruch im Jahr 2009 erreicht der ermittelte Verbrauch nach den Daten des Statistischen Bundesamtes schon im Jahr 2010 wieder das Niveau von 2008, während nach den Berechnungen von Eurocontrol der Einbruch 2009 weniger gravierend ausfällt und ein noch stärkerer Anstieg bis 2011 ermittelt wird.

Die Daten der Energiebilanz zum Absatz von Kerosin zeigen ebenfalls einen deutlichen Anstieg seit dem Jahr 1990, jedoch weisen sie seit 2008 einen ungebrochenen, deutlichen Abwärtstrend aus, der durch keine Beobachtung der statistischen Daten oder Berechnungen gestützt wird.

Für die Ursache der Differenzen der Kerosinverbräuche (bis 2009 liegen die Verbrauchsergebnisse nach TREMOD-AV unter den Daten der Energiebilanz und danach darüber), müssen verschiedene Erklärungsansätze in Betracht gezogen werden:

- Die Betankung in Deutschland korreliert nicht mit dem Verbrauch, da Flugbetreiber jährlich wechselnde Preisabsprachen mit Zulieferern treffen.
- Die berechneten Flugstrecken in TREMOD-AV entsprechen nicht exakt den tatsächlich geflogenen Kilometern: Es werden Mittelwerte für die Entfernungsklassen sowie Umwegfaktoren verwendet, die nur eine überschlägige Abschätzung der tatsächlich geflogenen Flugstrecken ermöglichen. In der Realität können sich die Flugstrecken zwischen zwei Flugplätzen stark voneinander unterscheiden, eine detaillierte Berechnung unter Berücksichtigung einzelner Streckenpunkte je Flug wäre extrem aufwendig (und mit den vorliegenden Daten nicht möglich).
- Außerplanmäßige Verbräuche, wie z.B. durch Warteschleifen, führen zu einem zusätzlichen Mehrverbrauch an Kerosin, der sich in der Energiebilanz widerspiegeln kann, jedoch in TREMOD-AV nicht abgebildet wird.
- Die verwendeten Verbrauchswerte für die Flugzyklen LTO und CCD stimmen - etwa aufgrund anderer Flugzyklen oder anderer als angenommener Beladungsauslastungen - nicht mit den realen Werten überein. Es kann z.B. angenommen werden, dass die verwendeten LTO-Verbräuche zu hoch veranschlagt werden, da sie auf den Nutzungsmustern von größeren amerikanischen Flughäfen basieren.

- Eine Verbesserung der spezifischen Werte pro Flugzeugtyp im Zeitverlauf wird in TREMOD-AV nicht berücksichtigt. Außerdem liegen keine aktuellen Verbrauchswerte für neue Flugzeugtypen vor, die deshalb wie die älteren Typen gleicher Größe berechnet werden.
- Zum Jahreswechsel befinden sich von Jahr zu Jahr unterschiedliche Kraftstoffmengen im Lagerbestand der Flughäfen, so dass Kraftstoffabsatz und Verbrauch nicht ins gleiche Jahr fallen.

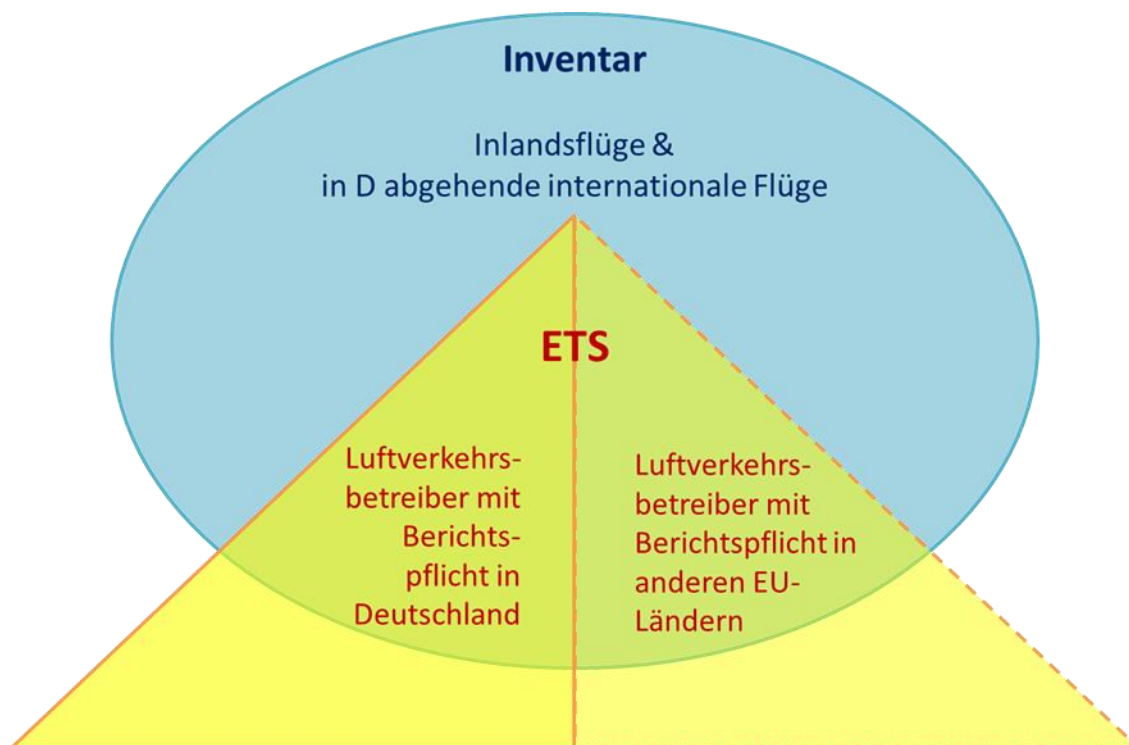
Sehr auffällig ist das Auseinanderlaufen der Ergebnisse nach dem Krisenjahr 2009: Als Resultat der Krise kann generell angenommen werden, dass die Flotten verjüngt und damit effizienter wurden. Auch erscheint es als möglich, dass eine deutliche Umstrukturierung bei den Treibstofflieferanten stattgefunden hat, so dass mehr Kerosin im Ausland getankt wurde.

Auffallend ist die gute Übereinstimmung der TREMOD-AV-Ergebnisse für den Kerosinverbrauch mit den Verbrauchswerten von Eurocontrol, insbesondere die ähnliche Entwicklung über mehrere Jahre. Dies legt die Vermutung nahe, dass die durch das Tankverhalten verursachten Unterschiede zwischen Modellergebnissen und Energiebilanz alle anderen Effekte dominieren. Der dem Inventar zugrunde liegende Kerosinabsatz auf den Flughäfen korreliert also nicht mit den von den Flugplätzen ausgehenden Flugaktivitäten.

5.2 Vergleich mit den Inventardaten und Bestimmung des Deckungsgrades

In diesem Kapitel werden die verfügbaren ETS-Zahlen ins Verhältnis gesetzt zu der Gesamtmenge der Flüge und dem Kerosinverbrauch. Generell werden dabei nur nationale und internationale Flüge betrachtet, die von deutschen Flughäfen abgehen.

Abbildung 20 Berichtskreise des Inventars und des Emissionshandels



Quelle: Öko-Institut.

Für die Betrachtung der Deckungsgrade des ETS müssen zuerst die Basiswerte für die Anzahl der Flüge und den Kerosinverbrauch festgelegt werden. Während dies für die Anzahl der Flüge mit Hilfe der Daten des Statistischen Bundesamtes erfolgt, sollte für den Kerosinverbrauch als Basis der Kerosinverbrauch nach dem Inventar und damit nach der Energiebilanz verwendet werden. Beide Größen sind, wie in den folgenden Kapiteln dargestellt wird, mit gewissen Unsicherheiten behaftet.

Eine weitere Unsicherheit ergibt sich durch die erforderliche Zuschätzung der Anzahl der Flüge und des Kerosinverbrauchs von in Deutschland startenden emissionshandelspflichtigen Flügen, die von anderen Verwaltungsmitgliedstaaten verwaltet werden. Da nur entsprechende ETS-Daten aus den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich vorliegen (siehe Abschnitt 2.3), müssen diese auf jeden Fall geeignet hinzu geschätzt werden.

Da die Flüge und der Kerosinverbrauch in einem sinnvollen Verhältnis zueinander stehen müssen, werden bei der Betrachtung der Zuschätzung der ETS-Flüge von anderen Verwaltungsmitgliedstaaten die spezifischen Kerosinverbräuche pro Flug (als Quotient aus Kerosinverbrauch und Anzahl der Flüge) als Hilfsgröße berücksichtigt.

5.2.1 Basismengen für die Anzahl Flüge und Kerosinverbrauch

Kerosinverbrauch

Als Basiswert für den Kerosinverbrauch im Jahr 2010 werden laut Inventarbericht 619.121 t Kerosin für den nationalen Luftverkehr und 7.796.693 t Kerosin für den internationalen Flugverkehr verwendet, wobei diese Werte auf dem Kerosinabsatz nach der Energiebilanz und dem Splitfaktor nach Eurocontrol beruhen.

Aus der Betrachtung in Kapitel 5.1.2 folgt, dass die abgesetzte Menge an Kerosin nach der Energiebilanz nicht direkt mit dem Kerosinverbrauch korreliert, und es in den Jahren 1990 bis 2009 damit eher zu einer Überschätzung des Kerosinverbrauchs im Inventar gekommen ist, wohingegen sich im Jahr 2011 eine Unterschätzung abzeichnet. Allein für das Jahr 2010 entspricht der Kerosinabsatz nach der Energiebilanz ziemlich exakt dem von Eurocontrol ermittelten Kerosinverbrauch (siehe Abbildung 19). Eine Verwendung des Energiebilanz-Wertes und dessen Aufteilung mit Hilfe des Eurocontrol-Splitfaktors in nationalen und internationalen Verbrauch als Basiswerte für die folgende Betrachtung des Deckungsgrades erscheint damit für das Jahr 2010 als angemessen.

Wenn diese Analyse für die nächsten Jahre durchgeführt werden soll, muss darauf geachtet werden, dass der Basiswert auch wirklich möglichst genau den Kerosinverbrauch abbildet.

Anzahl der Flüge

Als Basiswert für die Anzahl der Flüge, die prinzipiell im ETS erfasst sein könnten, sollten die Flüge gewählt werden, die mit Flugzeugen mit einem maximalen Startgewicht über 5,7 t durchgeführt wurden. Diese sind in Tabelle 15 dargestellt (siehe dazu auch Tabelle 9, in der sie bezogen auf die Gesamtmengen dargestellt wurden). Des Weiteren sollten militärische Flüge aus der Betrachtung ausgeschlossen werden. Damit ergibt sich eine Gesamtmenge von 1.046.981 Flügen nach Eurocontrol, die prinzipiell im ETS enthalten sein könnten.

Tabelle 15 Anzahl der Flüge als Basiswert für den Deckungsgrad nach Eurocontrol

	National	International	Gesamt
Anzahl Flüge mit MTOM >5,7 t	325.514	728.163	1.053.677
<i>Linienflüge</i>	290.337	652.604	942.941
<i>Gelegenheitsflüge</i>	17.923	55.420	73.343
<i>Allgemeine Luftfahrt</i>	8.607	10.782	19.389
<i>Andere</i>	7.451	3.848	11.299
<i>Militär</i>	1.195	5.501	6.696
<i>nicht spezifiziert</i>	1	8	9
Anzahl Flüge mit MTOM >5,7 t ohne militärische Flüge	324.319	722.662	1.046.981

Quelle: Eurocontrol Network Management Data, DEHSt 2012b.

Vergleichend dazu werden die Informationen aus der Fachserie 8, Reihe 6.2 des Statistischen Bundesamtes betrachtet: Dieser können Zahlen über die gewerblichen und nicht-gewerblichen Flüge entnommen werden, wobei die gewerblichen Flügen noch untergliedert werden in Flüge von ausgewählten Flugplätzen, für die detailliertere Daten erhoben werden, und Flüge von sonstigen Flugplätzen, für die - ebenso wie für den nicht-gewerblichen Luftverkehr - eine Unterteilung in die Hauptverkehrsbeziehungen nicht möglich ist.

Tabelle 16 Anzahl der Flüge 2010 nach StBA

	National	In das Ausland	Aus dem Ausland	Insgesamt
Gewerblicher Luftverkehr				
auf ausgewählten Flugplätzen	341.715	705.531	706.069	1.753.315
davon über 5,7 t	294.873	700.206		
auf sonstigen Flugplätzen				408.975
davon über 5,7 t	9.446	3.455	3.455	16.355
Nicht-gewerblicher Luftverkehr (nur Motorflüge)				1.009.737
davon über 5,7 t	20.000	15.473	15.473	50.946
Gesamt als Basiswert für Flüge über 5,7 t MTOW	324.319	719.134		

Quelle: StBA (Fachserie 8, Reihe 6.2), StBA (Sonderauswertung), eigene Zusammenstellung Öko-Institut (rote Zahlen: eigene Annahmen).

Für gewerbliche Flüge von ausgewählten Flugplätzen können unter Verwendung der Sonderauswertung, die den Auftragnehmern vom Statistischen Bundesamt übermittelt wurde, Flüge von Flugzeugen mit einem maximalen Startgewicht über 5,7 t ausgeschlossen werden.

Für gewerbliche Flüge von sonstigen Flugplätzen und nicht-gewerbliche Flüge wird die Anzahl von Flügen über 5,7 t in der Fachserie ausgewiesen, jedoch nicht untergliedert in nationale und internationale Flüge. Diese Aufteilung muss deshalb abgeschätzt werden. Die Zahlen, die der Fachserie des Statistischen Bundesamtes entnommen werden können, ähneln denen von Eurocontrol wenn angenommen wird, dass...

- ...die Anzahl von Flügen ins Ausland gleich der Anzahl der Flüge aus dem Ausland ist.
- ...von den 16.355 gewerblichen Flügen von sonstigen Flugplätzen die meisten Flüge (knapp 9.500) innerdeutsch stattfinden.
- ...bei den nicht-gewerblichen Flügen nur etwas mehr nationale Flüge zu verzeichnen sind als internationale.

Mit dieser Übereinstimmung der Zahlen zu den Flügen mit einem maximalen Startgewicht über 5,7 t erscheint die Menge gut abgesichert zu sein. Die Daten von Eurocontrol werden deshalb im Folgenden als Basiswerte verwendet.

5.2.2 Zuschätzung der ETS-Flüge anderer Verwaltungs-MS

In der folgenden Tabelle 17 werden die Basiswerte sowie die Zuschätzungen mit Hilfe des spezifischen Kerosinverbrauchs pro Flug zueinander ins Verhältnis gesetzt. Dabei wird erst jeweils der gesamte ETS-Kerosinverbrauch bzw. die Gesamtzahl an ETS-Flügen betrachtet, anschließend der sich daraus ergebende Kerosinverbrauch bzw. die Zahl der Flüge in den Verwaltungsmitgliedstaaten, für die keine ETS-Zahlen vorliegen („weitere Verwaltungsmitgliedstaaten“).

Das Minimum der Zuschätzung beruht dabei jeweils auf der (unrealistischen) Annahme, dass keine weiteren von Deutschland gestarteten Flüge in den ETS-Daten der weiteren Verwaltungsmitgliedstaaten enthalten sind. Das Maximum zeichnet sich dadurch aus, dass angenommen wird, dass jeglicher Kerosinverbrauch bzw. alle Flüge die von deutschen Flughäfen starten, im ETS enthalten sind. Da bestimmte Flüge/Betreiber von Flugzeugen über 5,7 t MTOM im ETS von der Abgabepflicht befreit sind (s. Kapitel 3.1), sollten die wahren Werte zwischen diesen Extremen liegen.

In der folgenden Abschätzung für nationale und internationale Flüge werden der Kerosinverbrauch und die Anzahl der Flüge der weiteren Verwaltungsmitgliedstaaten so zueinander ins Verhältnis gesetzt, dass der spezifische Kerosinverbrauch der ETS-Flüge in weiteren Verwaltungsmitgliedstaaten geringer ist als der durchschnittliche spezifische Kerosinverbrauch der Flüge unter deutscher Verwaltung. Dies ist dadurch begründet, dass die durchschnittlichen Distanzen der nicht vom ETS in deutscher Verwaltung abgedeckten Flüge von Eurocontrol gut 20 % kürzer sind, als die vom ETS erfassten (siehe Kapitel 4.2). Zudem fällt auf, dass der Kerosinverbrauch pro Flug der Flüge unter der Verwaltung von Großbritannien mit 21,7 t/Flug erheblich höher ist, als der Verbrauch pro Flug in deutscher Verwaltung (12 t/Flug, siehe auch Tabelle 17). Deswegen wurden für die Flugplatzpaare in britischer Verwaltung, für die Entfernungen in den Daten der DEHSt vorliegen, die durchschnittlichen Distanzen ermittelt und die durchschnittlichen Längen der Flüge, welche weder von den ETS-Daten in deutscher Verwaltung noch von den zuordenbaren Flügen in britischer Verwaltung erfasst werden, erneut ermittelt. Die resultierende durchschnittliche Distanz entspricht nur noch gut der Hälfte (51 %) der durchschnittlichen Distanz der Flüge in deutscher Verwaltung. Dementsprechend wurde für die Flüge in der Verwaltung anderer Mitgliedstaaten ein spezifischer Verbrauch von 6,17 t Kerosin/Flug angenommen (dies entspricht 51 % von 12 t/Flug, dem spezifischen Verbrauch von Flügen in deutscher Verwaltung).

Tabelle 17 Zuschätzung von Flügen und Kerosinverbrauch

	national		international	
	Kerosin (t)			
Kerosin-Gesamt nach Inventar	619 121		7 793 693	
ETS gesamt - Kerosin				
Minimum (DE-NL-GB)	616 656	99.6%	6 808 614	87.4%
Schätzung	618 501	99.9%	7 785 900	99.9%
Maximum	619 121	100.0%	7 793 693	100.0%
ETS- weitere Verwaltungs MS				
Minimum (DE-NL-GB)	0	0.0%	0	0%
Schätzung	1 845	0.3%	977 286	13%
Maximum	2 464	0.4%	985 079	13%
	Flüge			
nach Eurocontrol	324 319		719 134	
ETS gesamt - Flüge				
Minimum (DE-NL-GB)	287 961	88.8%	516 526	71.8%
Schätzung	288 823	89.1%	674 921	93.9%
Maximum	324 319	100.0%	719 134	100.0%
ETS- weitere Verwaltungs MS				
Minimum	0	0.0%	0	0.0%
Schätzung	862	0.3%	158 395	23.5%
Maximum	36 358	11.2%	202 607	28.2%
	spezifischer Kerosinverbrauch (t / Flug)			
Kerosin-Gesamt nach Inventar / Flüge Eurocontrol	1.91		10.84	
ETS gesamt - Kerosin				
Minimum (DE-NL-GB)	2.14		13.18	
Schätzung	2.14		11.54	
Maximum	1.91		10.84	
ETS- weitere Verwaltungs MS				
Minimum (DE-NL-GB)				
Schätzung	2.14		6.17	
Maximum	0.07		4.86	

Quellen: ETS-Zahlen DE, NL, UK, eigene Berechnungen Öko-Institut (rote Zahlen: Annahmen)

Während sich die in dieser Tabelle schwarz dargestellten Zahlen direkt aus den verfügbaren Zahlen ergeben, stellen die roten Zahlen Annahmen dar, die grün unterlegten Felder sind die Stellschrauben. Der spezifische Verbrauch für die ETS-Flüge, die unter die Verwaltung der Niederlande fallen, wurde hier mit dem der deutschen ETS-Flüge gleichgesetzt, um die Größenordnung der Anzahl von ETS-Flügen in das System hinzu schätzen zu können. Die Niederlande haben Emissionen pro Länderpaar übermittelt, der Ansatz zur Ermittlung der Flugzahlen wurde anhand der durchschnittlichen Distanzen der Länderpaare überprüft, die Berechnung ergab ähnliche Werte.

Bei den nationalen Flügen wird in Tabelle 17 deutlich, dass die Spannweite zwischen Minimum und Maximum des möglichen Kerosinverbrauchs innerhalb des ETS sehr klein ist, da der Anteil des vom ETS erfassten Kerosinverbrauchs mindestens bei 99,6 % liegt. Der Anteil an Flügen unter dem ETS liegt mindestens bei 88,8 %. Wird davon ausgegangen, dass 99,9 % des Kerosinverbrauchs unter den ETS fallen und der spezifische Kerosinverbrauch der ETS-Flüge in weiteren Verwaltungsmitgliedstaaten 2,14 t/Flug entspricht, ergibt sich daraus die Schätzung von 862 weiteren nationalen ETS-Flügen, die in anderen Verwaltungsmitgliedstaaten berichtet

worden sind (siehe dazu auch Tabelle 18). Damit fallen nahezu der gesamte Kerosinverbrauch (siehe dazu Tabelle 19) und rund 89 % der nationalen Flüge unter den ETS.

Tabelle 18 ETS-Deckungsgrad bezüglich der Anzahl der Flüge

	Flüge			
	National		International	
nach Eurocontrol	324 319		719 134	
ETS gesamt	288 823	89.1%	674 921	93.9%
ETS - DE	287 697	99.6%	442 454	65.6%
ETS - Netherlands	0	0.0%	10 685	1.6%
ETS - United Kingdom	264	0.1%	63 387	9.4%
ETS- andere Verwaltungs-MS	862	0.3%	158 395	23.5%
nicht im ETS	35 496	10.9%	44 212	6.1%
Anzahl der Flüge ETS-Netherlands abgeschätzt mit spezifischem Kerosinverbrauch / Flug von ETS- DE				

Quellen: ETS-Zahlen DE, NL, UK, eigene Berechnungen Öko-Institut (rote Zahlen: Annahmen)

In Tabelle 19 sind die sich mit diesen Schätzungen ergebenden absoluten und spezifischen Kerosinverbräuche in die einzelnen Kategorien aufgegliedert dargestellt. Es erscheint angemessen, dass die spezifischen Verbräuche von Flügen außerhalb des ETS deutlich niedriger liegen, da es sich vor allem um kleinere Flugzeugtypen handelt, deren Kerosinverbrauch entsprechend niedrig ist.

Tabelle 19 Deckungsgrad des Kerosinverbrauchs im ETS und spezifischer Kerosinverbrauch

	Kerosin (t)			
	National		International	
nach Eurocontrol	619 121		7 793 693	
ETS gesamt	618 501	99.9%	7 785 900	99.9%
ETS - DE	616 018	99.6%	5 308 127	68.2%
ETS - Netherlands	0	0.0%	128 194	1.6%
ETS - United Kingdom	639	0.1%	1 372 293	17.6%
ETS- andere Verwaltungs-MS	1 845	0.3%	977 286	12.6%
nicht im ETS	619	0.1%	7 794	0.1%
spezifischer Kerosinverbrauch Kerosin (t) / Flug				
nach Inventar / Eurocontrol	1.91		10.84	
ETS gesamt	2.14		11.54	
ETS - DE	2.14		12.00	
ETS - Netherlands			12.00	
ETS - United Kingdom	2.42		21.65	
ETS- andere Verwaltungs-MS	2.14		6.17	
nicht im ETS	0.017		0.18	

Quellen: ETS-Zahlen DE, NL, UK, eigene Berechnungen Öko-Institut (rote Zahlen: Annahmen)

Da für internationale Flüge die bislang bekannte Menge an Kerosinverbrauch im ETS bei nur 87,4 % liegt, ist die Spannweite bezüglich des möglichen Kerosinverbrauchs deutlich größer. Unter der Annahme, dass der spezifische Kerosinverbrauch der Flüge unter der Verwaltung der weiteren Mitgliedstaaten 51 % des spezifischen Verbrauchs der ETS-Flüge unter deutscher Verwaltung entspricht, ergibt sich bei einem nahezu hundertprozentigen ETS-Anteil am Kerosinverbrauch ein ETS-Deckungsgrad von 93,9 % bezogen auf die Anzahl internationaler Flüge.

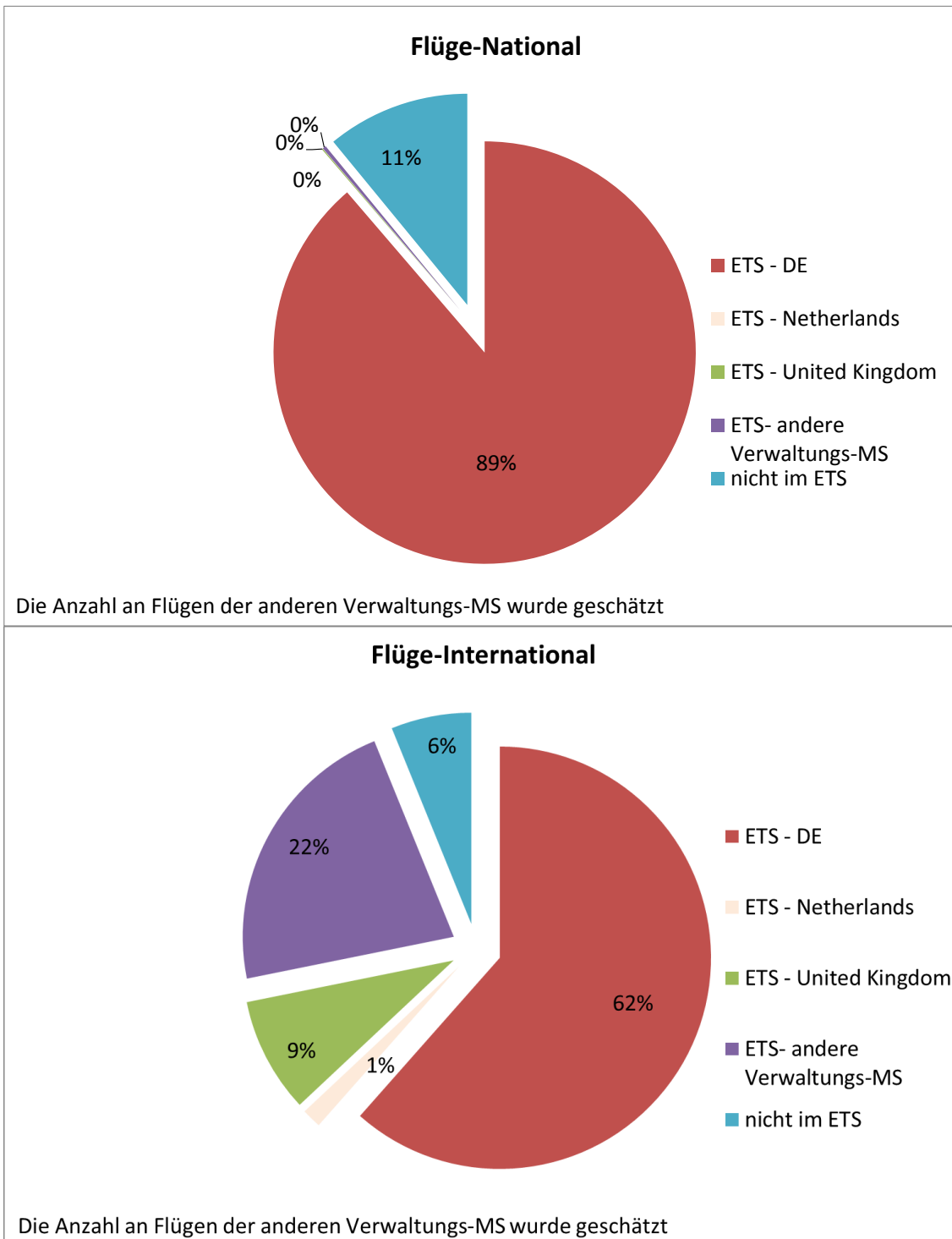
Damit würden 6,1 % der internationalen Flüge nicht durch den ETS abgedeckt. Plausibel ist, dass der Wert unter dem Prozentsatz bei nationalen Flügen liegt. Um hier die Abdeckung noch

genauer ermitteln zu können, sind eine weitere Verbesserung der Abschätzung durch Ermittlung der Distanzen der Relationen in britischer Verwaltung, die bislang nicht zugeordnet werden konnten sowie der Datenaustausch mit weiteren Mitgliedstaaten sehr wünschenswert.

Um die Anteile zu veranschaulichen, sind die Zahlen in den folgenden Abbildungen als Tortendiagramme dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, dass der ETS-Deckungsgrad des nationalen Flugverkehrs gegenüber dem des internationalen Flugverkehrs erheblich höher ist. Auch fällt auf, dass die Anzahl der Flüge, die im ETS unter die deutsche Verwaltung fallen, für den nationalen Flugverkehr bei 89 % liegt, bei internationalen Flügen nur etwa bei 62 %, bezogen auf alle Flüge, die von deutschen Flughäfen abgehen.

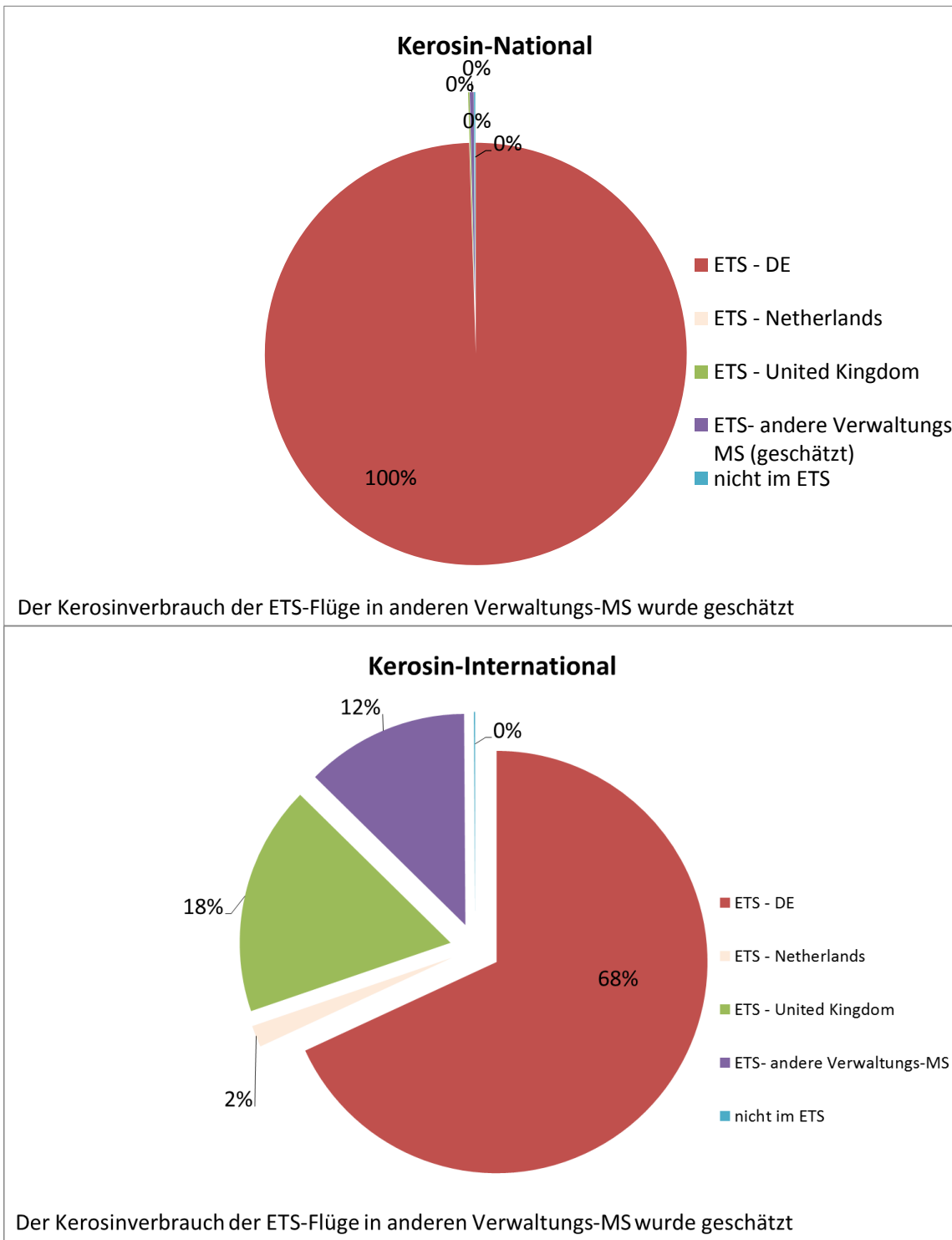
Da die Lücke zwischen den vorliegenden, berichteten ETS-Verbräuchen und dem Verbrauch nach dem Inventar sehr gering ist und wenig Spielräume offen lässt (siehe Abbildung 22), kann der Anteil an Kerosin im nationalen Flugverkehr, der nicht durch den ETS abgedeckt ist, mit recht großer Sicherheit als vernachlässigbar eingeschätzt werden.

Abbildung 21 Deckungsgrad der ETS-Flüge national und international



Quellen: ETS-Zahlen DE, NL, UK, eigene Berechnungen Öko-Institut

Abbildung 22 ETS-Deckungsgrad bezüglich des Kerosinverbrauchs



Quellen: ETS-Zahlen DE, NL, UK, eigene Berechnungen Öko-Institut

5.3 Nutzungsmöglichkeiten der ETS-Daten für die Emissionsberichterstattung

5.3.1 Einordnung des ETS im Luftverkehr

In verschiedenen Zusammenhängen wird nach dem Anteil des ETS am gesamten Flugverkehr gefragt. Insbesondere für die Inventarberichterstattung ist diese Frage relevant, vor allem vor dem Hintergrund, dass für die Berechnungen zur Erreichung der Klimaschutzziele für jede Quellkategorie Angaben über den Anteil des ETS erforderlich sind.

Dieser Anteil wird in dem vorliegenden Bericht mit Hilfe einer Deckungsgradanalyse ermittelt. Diese zeigt eine sehr hohe Übereinstimmung zwischen dem Kerosinverbrauch nach dem Inventar und dem Emissionshandel, sowohl für den nationalen als auch den internationalen Luftverkehr. Damit kann angenommen werden, dass der Kerosinverbrauch für den zivilen Luftverkehr nahezu vollständig vom ETS abgedeckt wird. Bezüglich der Flüge im nationalen Luftverkehr kann mit guter Sicherheit ein Anteil von 89 % angenommen werden, die unter den ETS fallen. Der mit Abstand größte Teil dieser Flüge wird von Deutschland verwaltet. - Anders sieht das Bild für die Anzahl der internationalen Flüge aus, bei denen ein deutlich geringerer Anteil (68 %) unter die deutsche Verwaltung fällt. Insgesamt wird hier ein Deckungsgrad von 94 % ermittelt.

In diesem Bericht wird erörtert, dass diese Analyse in der Form nur für das Jahr 2010 möglich ist, da gerade in diesem Jahr der Kerosinabsatz nach der Energiebilanz und der Kerosinverbrauch nach den Eurocontrol-Berechnungen nahezu identisch sind.

In einem detaillierten Vergleich wird darauf aufmerksam gemacht, dass der Ansatz der Verwendung der Absatzzahlen durch die Verwendung der Energiebilanz zur Ermittlung des Kerosinverbrauchs für die Inventarberechnung Schwächen aufzeigt. Gleichwohl ist nicht davon auszugehen, dass sich an dem bei der internationalen Emissionsberichterstattung eingeführten Standard der Verwendung der Absatzzahlen etwas ändern wird. Dafür spricht auch, dass damit Doppelerfassungen unter den berichtenden Staaten ausgeschlossen werden können. Eine derartige Verlagerung hin zu einem auf realen Verbräuchen basierenden Ansatz müsste hier zuerst einmal an verantwortlicher Stelle, also auf Seiten von UNFCCC und UNECE, geprüft und in den Berichtsvorgaben verankert werden.

Für Flugbenzin hingegen kann eine Einbeziehung in diese Betrachtung mit Hilfe der ETS-Daten ausgeschlossen werden, da es vorwiegend von Flugzeugen mit einer maximalen Startmasse kleiner 5,7 Tonnen verwendet wird und diese nicht emissionshandelspflichtig sind.

5.3.2 Verbesserung der Bottom-up Berechnung

Grundsätzlich wird nach der in diesem Bericht angestoßenen Diskussion um das Tankering deutlich, dass vorab zu klären ist, ob ein Bottom-up-Ansatz für die Inventarberechnung überhaupt in Frage käme, insbesondere weil damit eine Abweichung vom Kerosinabsatz nach der Energiebilanz in Kauf genommen werden müsste. Möglich wäre auch die Berechnung des internationalen Kerosinverbrauchs als Restgröße vom Kerosinabsatz nach der Energiebilanz und dem verbrauchsabhängig ermittelten nationalen Kerosinverbrauch. Dabei sei hier dringend auf die „Außenwirkung“ der Zahlen hingewiesen: Der internationale

Kerosinverbrauch würde bei diesem Vorgehen eine sinkende Tendenz zeigen und damit ein falsches Signal setzen, z.B. in Bezug auf mögliche emissionsenkende Maßnahmen.

TREMODO-AV ermöglicht eine bottom-up Berechnung des Kerosinverbrauchs im nationalen und internationalen Flugverkehr. Dieses System ist bereits etabliert, die Ergebnisse fließen bislang jedoch nur teilweise in die Inventarberechnung ein. Mit den ETS-Zahlen konnten bereits erste Vergleiche bezüglich der spezifischen Kraftstoffverbräuche je Flug und je Tonnenkilometer mit den TREMOD-AV-Ergebnissen durchgeführt werden: Diese zeigen eine weitgehend sehr gute Deckung über die nationalen und internationalen Distanzklassen. Während die Zahlen zu den Tonnenkilometern nur einmalig für das Jahr 2010 erhoben wurden, werden die Energieverbräuche und Emissionen pro Flugplatzpaar jährlich berichtet.

Eine detaillierte Untersuchung pro Flugplatzpaar könnte eine Justierung der TREMOD-AV-Berechnung ermöglichen. Dazu müssten einzelne Flugplatzpaare ausgewählt werden, für die vom Statistischen Bundesamt die Flüge nach Flugzeugtypen für ausgewählte Flughäfen bereitgestellt werden, was prinzipiell möglich ist. Der ermittelte durchschnittliche Kerosinverbrauch des Flotten-Mixes auf dieser Relation könnte dann mit dem durchschnittlichen, im ETS berichteten Verbrauch verglichen werden. Systematische Abweichungen müssten dann in Hinblick auf spezifische Kerosinverbräuche pro Flugzeugtyp aber auch die Umwegfaktoren weiterführend untersucht werden. Bei der Auswahl der Flugplatzpaare kommen sowohl nationale als auch internationale Verbindungen in Frage, wobei hier jene verwendet werden sollten, für die eine hundertprozentige Übereinstimmung mit den Eurocontrol-Flügen vorliegt. Eine weitere Möglichkeit zum Abgleich von flugzeugtypspezifischen Kerosinverbräuchen bietet das „small emitter tool“, das frei verfügbar ist und eine Analyse der von Eurocontrol verwendeten spezifischen Zahlen erlauben würde.

Die Datenbasis von Eurocontrol stellt insgesamt eine interessante Datenquelle dar, die generell für die Inventarberichterstattung in Frage käme. Während die derzeit verwendeten Daten des Statistischen Bundesamtes nur für ausgewählte Flugplätze detailliert nach Flugzeugtypen vorliegen, erscheint die Datenbank von Eurocontrol umfassender. Mit deren Hilfe könnte eine genauere Analyse der Kerosinverbräuche für alle Starts von deutschen Flugplätzen und für alle Flugzeugtypen erfolgen - ohne die Aggregation des Statistischen Bundesamtes nach Entfernungsklassen. Jedoch müssten für diesen Zweck alle Flugzeugtypen mit Verbrauchs- und Emissionsdaten hinterlegt und für alle Flugzeugpaare eine Bestimmung der Entfernungen (GCD) durchgeführt werden. Eine solche Analyse würde die Bestimmung des Kerosinverbrauchs für Flüge mit einem zulässigen Startgewicht unter 5,7 t und für solche, die mit Flugbenzin durchgeführt werden, ermöglichen. Diese beiden Kategorien konnten bislang nur grob abgeschätzt werden.

Die Eurocontrol-Zahlen würden (bis auf einzelne Abgrenzungsschwierigkeiten) auch eine genauere Abschätzung des Kerosinverbrauchs für Militärflüge ermöglichen. Diese werden nicht innerhalb des ETS erfasst, sondern fallen unter die Berichterstattung der Effort Sharing Decision. Militärflüge werden in der Energiebilanz und im Inventar von der zivilen Luftfahrt getrennt berichtet, und werden zu den nationalen Emissionen gerechnet, solange keine gesicherte Möglichkeit besteht, die internationalen Flüge zu bestimmen.

Vor der Verwendung der Eurocontrol-Daten sollten jedoch die Flugplatzpaare analysiert werden, die in den ETS-Zahlen enthalten sind, aber keine Entsprechung in den Eurocontrol-Daten haben. Ebenso sollten die Flüge zwischen Flugplatzpaaren untersucht werden, zwischen

denen mehr ETS-Flüge berichtet wurden als aus den Eurocontrol-Daten hervor geht. Ein tieferes Verständnis des Datensatzes ist neben der Sicherung der jährlichen Verfügbarkeit eine Grundvoraussetzung für die Verwendung in der Inventarberichterstattung.

5.3.3 Nutzungsmöglichkeiten für 1.A.3.a (Ziviler Luftverkehr im Inland)

Die ETS-Zahlen können grundsätzlich zur Qualitätssicherung des nationalen Kerosinverbrauchs verwendet werden, denn jegliche bottom-up Berechnung des nationalen Kerosinverbrauchs muss über dem Kerosinverbrauch nach den ETS-Zahlen liegen. Eine leichte Überdeckung ist aus zwei Gründen zu erwarten:

- Zum einen ist die Vollständigkeit der ETS-Zahlen erst absolut gewährleistet, wenn diese von allen Verwaltungsmitgliedstaaten verfügbar sind. Hierbei muss jedoch berücksichtigt werden, dass obwohl die ETS-Zahlen derzeit nur aus drei Verwaltungsmitgliedstaaten bekannt sind (DE, NL und UK), der sich daraus ergebende Kerosinverbrauch innerhalb des ETS für den nationalen Flugverkehr im Jahr 2010 bereits 99,6 % des Kerosinverbrauchs nach dem Inventar beträgt. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass nicht viele innerdeutsche Flüge an weitere Verwaltungsmitgliedstaaten berichtet worden sind.
- Zum anderen sind nicht alle Flüge ETS-pflichtig. Nach den bisherigen Erkenntnissen weist jedoch alles darauf hin, dass diese Ausnahmen keine entscheidenden Auswirkungen auf die Höhe des Gesamt-Kerosinverbrauchs haben. Die Ausnahmen betreffen vor allem kleine Flugzeuge, die niedrige spezifische Kerosinverbräuche aufweisen und vorwiegend auf kürzeren Distanzen unterwegs sind.

In beiden Fällen wird der damit verbundene nicht berücksichtigte Kerosinverbrauch als gering eingeschätzt.

Sollten die ETS-Zahlen der anderen Verwaltungsmitgliedstaaten nachträglich zur Verfügung gestellt werden, ist zu überprüfen, ob der Kerosinverbrauch 2010 nach dem Inventar weiterhin über dem im ETS berichteten Verbrauch liegt: In Anbetracht der sehr geringen Differenz zum gesamten Kerosinverbrauch (2.464 t Kerosin) erscheint es auch möglich, dass es zu einer Überschreitung des nach dem Inventar gemeldeten Kerosinverbrauchs kommt.

Nach den vorliegenden Erkenntnissen können die nationalen Kerosinverbräuche aus dem ETS zur Verifizierung der Inventarberichterstattung verwendet werden.

5.3.4 Nutzungsmöglichkeiten für 1.C.1.a (Internationale Bunkerbrennstoffe / Luftverkehr)

Die mit den deutschen ETS-Zahlen vorliegenden Kerosinverbräuche umfassen 68 % des nach dem Inventar berichteten Kerosinverbrauchs für internationale Flüge, die ETS-Zahlen aus den Niederlanden und dem Vereinigten Königreich ermöglichten eine wichtige Ergänzung um weitere 10 %. Wahrscheinlich könnte mit Daten von relativ wenigen Mitgliedstaaten mit hohen absoluten Zahlen von bisher nicht erfassten Flügen (siehe Kapitel 4.3) eine gute Deckung der fehlenden ETS-Daten erreicht werden. Ein EU-weiter Austausch sollte unbedingt angestrebt werden. Erst dann können die ETS-Zahlen für internationale Flüge ähnlich wie im nationalen Flugverkehr eine gesicherte Auskunft über den minimalen Wert für den Kerosinverbrauch im

internationalen Luftverkehr ermöglichen. Nach den hier angestellten Überlegungen ist anzunehmen, dass auch dieser Wert dann für die Inventarberichterstattung verwendet werden könnte, da nach den in diesem Bericht angestellten Überlegungen der im ETS-gemeldete Kerosinverbrauch nahezu komplett den Gesamtverbrauch abbildet.

Neben der Problematik, dass die ETS-Daten derzeit nicht vollständig aus allen Mitgliedstaaten vorliegen (und angenommen wird, dass für ein nahezu komplettes Bild noch mindestens die Daten dreier weiterer Mitgliedstaaten einbezogen werden müssten), erschwert die im November 2012 angekündigte Verschiebung der Abgabe- und Berichtspflicht für außereuropäische Flüge („Stop the clock“) um ein Jahr die Nutzung der Daten. Damit werden zumindest für das Jahr 2012, vielleicht auch 2013, für die Flüge mit mindestens einem Start- oder Zielflughafen im außereuropäischen Ausland keine vollständigen Berichtsdaten vorliegen.

Für den internationalen Luftverkehr ist in diesem Bericht festgestellt worden, dass das Tankering im Gegensatz zu früheren Annahmen einen großen Einfluss hat und vor allem im internationalen Luftverkehr nicht zu vernachlässigen ist. Dieses macht sich durch eine deutliche Differenz zwischen den verbrauchsbasierten Kerosinverbräuchen und dem Kerosinabsatz nach der Energiebilanz (und damit nach dem Inventar) bemerkbar. Grundsätzlich sollten deshalb in der nächsten Zeit die Möglichkeiten der Überarbeitung der Inventarberechnung in Hinblick auf den internationalen Kerosinverbrauch geprüft werden.

7 Quellenverzeichnis

- DEHSt 2012a: Die Zuteilung von Emissionsberechtigungen an Luftfahrzeugbetreiber für die Handelsperioden 2012 und 2013-2020, Berlin
- DEHSt 2012b: Direkte Übermittlung aus den Tonnenkilometer- und Emissionsberichten nach Flugzeugpaaren.
- DEHSt 2012c: Flugzeugtypliste, direkte Übermittlung.
- EEA Joint Committee 2011: Decision of the EEA Joint Committee No 87/2011 of 1 July 2011 amending Annex XX (Environment) to the EEA Agreement, (http://ec.europa.eu/clima/policies/transport/aviation/allowances/docs/eea_01072011_en.pdf).
- EcoTransIT 2011: IFEU, IVE, Öko-Institut: EcoTransIT Methodology Report; im Auftrag von DB Schenker und UIC; Berlin-Hannover-Heidelberg-Paris; Update Juni 2011.
- EMEP-EEA 2009: Winther, M., Rypdal, K.: EMEP EEA Emission Inventory Guidebook 2009, Civil & Military Aviation (NFR 1.A.3.a, 1.A.5.b); May 2009.
- Eurocontrol Network Management Data: Flugdaten 2010, direkte Übermittlung.
- IFEU/Öko-Institut 2012: Entwicklung eines eigenständigen Modells zur Berechnung des Flugverkehrs (TREMODO-AV); Forschungsprojekts FKZ 360 16 029, Umweltbundesamt, Dessau 2012.
- Kommission 2009a: Entscheidung der Kommission vom 16. April 2009 zur Änderung der Entscheidung 2007/589/EG zwecks Einbeziehung von Leitlinien für die Überwachung und Berichterstattung betreffend Emissionen und Tonnenkilometerdaten aus Luftverkehrstätigkeiten (2009/339/EG).
- Kommission 2009b: Verordnung (EG) Nr. 748/2009 der Kommission vom 5. August 2009 über die Liste der Luftfahrzeugbetreiber, die am oder nach dem 1. Januar 2006 einer Luftverkehrstätigkeit im Sinne von Anhang I der Richtlinie 2003/87/EG nachgekommen sind, mit Angabe des für die einzelnen Luftfahrzeugbetreiber zuständigen Verwaltungsmitgliedstaats.
- Kommission 2011: Beschluss der Kommission vom 7. März 2011 über historische Luftverkehrsemissionen gemäß Artikel 3c Absatz 4 der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft (2011/149/EU).
- StBA 2010: Statistisches Bundesamt: Luftverkehr auf allen Flugplätzen. Fachserie 8, Reihe 6.2; Luftverkehr auf ausgewählten Flugplätzen. Fachserie 8, Reihe 6.1; erscheint jährlich.
- UBA 2012: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012. Nationaler Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar 1990-2010. EU Resubmission. Umweltbundesamt; Dessau 2012.