

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Auswirkungen eines EHS-Linking für den Bereich Luftfahrt – Aktualisierung für die Schweiz

Schlussbericht
Zürich, 21. Juli 2016

Martin Peter, Helen Lückge, Maura Killer, Markus Maibach

Auswirkungen eines EHS-Linking für den Bereich Luftfahrt – Aktualisierung für die Schweiz

Impressum

Schlussbericht

Zürich, 21. Juli 2016

UpdateLuftverkehrEHS_BAFU_SB_final_160721.docx

Auftraggeber

Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)

Projektleitung seitens Auftraggeber

Antje Mosler (BAFU)

Autorinnen und Autoren

Martin Peter, Helen Lückge, Maura Killer, Markus Maibach

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich

Tel. +41 44 205 95 95

Begleitgruppe

Roger Ramer (BAFU), Urs Ziegler (BAZL), Alice Suri (BAZL)

Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Inhalt

Zusammenfassung	5
1. Ausgangslage	13
1.1. Politische Rahmenbedingungen auf EU-Ebene	13
1.2. Kontext der Schweizer Politik	14
1.3. Ziel und Kontext der Studie	15
2. Beschreibung der betrachteten Szenarien	16
2.1. Referenzszenario – Baseline ohne zusätzliche Massnahmen	16
2.2. Hauptszenario - Linking	17
2.3. Fallback-Szenario – Äquivalente Massnahmen	19
2.4. Nebenszenario – ICAO Global Market Based Measures (GMBM)	20
3. Aufdatierung der Modellannahmen	21
3.1. Wirkungsmodell SECAN-ET	21
3.2. Aufdatierung Mengengerüst	23
3.2.1. Mengengerüst für die Landesflughäfen und den Linien- und Charterverkehr	23
3.2.2. Mengengerüst für weitere Elemente	27
3.3. Annahmen zum Wertgerüst	28
3.4. Überprüfung der Annahmen zu Preiseffekten eines EHS	33
3.4.1. Annahmen zur Überwälzung	33
3.4.2. Annahmen zu Nachfragereaktionen	34
3.5. Weitere Annahmen	36
3.5.1. Annahmen zu Wertschöpfung und Beschäftigung	36
3.5.2. Annahmen zur Effizienzverbesserung im Flottenmix	36
3.6. Übersicht der Annahmen und Sensitivitäten	37
4. Auswirkungen der Szenarien	39
4.1. Kostenblöcke in den betrachteten Szenarien	40
4.2. Entwicklung der Ticketpreise	44
4.3. Veränderungen der Passagierzahlen	47
4.4. Entwicklung der Flugbewegungen	52
4.5. Veränderung der Emissionen	55

4.6.	Folgen für die Wertschöpfung	56
4.7.	Folgen für die Beschäftigung	59
4.8.	Analyse für den Flughafen Basel und weitere Segmente der Schweizer Luftfahrt	61
4.8.1.	Analyse für Flughafen Basel nach Schweizer Verkehrsrecht	61
4.8.2.	Entwicklungen an den anderen Schweizer Flugplätzen	65
4.8.3.	Entwicklungen außerhalb des Linien- und Charterverkehrs	66
4.8.4.	Entwicklungen im Frachtverkehr	67
4.9.	Sensitivitätsbetrachtungen	68
4.9.1.	Sensitivität hoher Ölpreis	70
4.9.2.	Sensitivität hoher CO ₂ -Preis	71
4.9.3.	Sensitivität ambitioniertes Cap	73
5.	Administrativer Vollzug	75
5.1.	Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario Linking CH EHS mit EU EHS	75
5.2.	Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario äquivalente Massnahmen	76
5.3.	Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario ICAO GMBM	77
	Annex 1 – Ergebnisse der Sensitivitätsbetrachtungen	78
	Sensitivitätsbetrachtung hoher Ölpreis	78
	Sensitivitätsbetrachtung hoher CO ₂ -Preis	80
	Sensitivitätsbetrachtung ambitioniertes Cap	82
	Abbildungsverzeichnis	84
	Tabellenverzeichnis	85
	Literatur	87

Zusammenfassung

Der Emissionshandel als klimapolitisches Instrument für den Luftverkehr

Die globalen Emissionen des zivilen Luftverkehrs betragen im Jahr 2015 gut 770 Mio. Tonnen CO₂ und werden in den nächsten Jahren im Vergleich zu den Emissionen anderer Verkehrsträger überproportional weiterwachsen. In der Schweiz macht der Luftverkehr in etwa 9% der THG-Emissionen aus, wobei die Emissionen des internationalen Luftverkehrs für die Berechnung der Erreichung des nationalen Reduktionsziels gemäss den Vorgaben des CO₂-Gesetzes (SR. 641.71) nicht berücksichtigt werden¹.

Die Europäische Union (EU) hat sich bereits 2005 dazu entschieden, den Luftverkehr in das Europäische Emissionshandelssystem (EHS) einzubeziehen. Mit Beginn des Jahres 2012 wurden alle Luftfahrtbetreiber mit Starts und Landungen im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) emissionshandelspflichtig (full scope). Auf internationalen Druck hin hat die EU seit 2012 jedoch verschiedene Ausnahmen erlassen; mit der „stop-the-clock“-Anwendung wurde die EHS-Pflicht bis vorläufig Ende 2016 auf Flüge innerhalb des EWR begrenzt. Die Schweiz wurde für die Dauer des Jahres 2012 unilateral in das EU EHS einbezogen. Die temporäre Beschränkung des Geltungsbereichs wurde primär eingeführt, um die Erarbeitung einer globalen marktbasier- ten Massnahme (Global Market Based Measure, GMBM) in der International Civil Aviation Organisation (ICAO) zu unterstützen, die ein CO₂-neutrales Wachstum der internationalen Luft- fahrt nach 2020 gewährleisten soll.

Kontext der Schweizer Politik

Die Schweiz und die EU wollen ihre jeweiligen Emissionshandelssysteme miteinander verknüpf- ten (ein sogenanntes Linking). Anfang 2016 wurde das Abkommen zur Verknüpfung des Schweizer und des EU-EHS paraphiert.² Das Linking ermöglicht die gegenseitige Anerkennung der Emissionsrechte beider Systeme, was insbesondere Betreibern im Schweizer EHS erlaubt, Emissionsrechte im liquideren europäischen Markt zu handeln. Die Folgen sind eine Anglei- chung der Preise für Emissionsrechte und der Wettbewerbsbedingungen für Schweizer Unter- nehmen gegenüber ihren europäischen Konkurrenten. Voraussetzung für die Verknüpfung ist unter anderem die gleiche Sektorabdeckung beider Systeme. Für die Schweiz bedeutet dies, dass die Luftfahrt neu auch in das schweizerische Emissionshandelssystem einbezogen wird.³ In

¹ Der Anteil nationaler Flugemissionen zählt zum Ziel, fällt aber gering aus.

² <http://www.bafu.admin.ch/klima/03449/12696/index.html?lang=de&msg-id=60425>

³ Ebenso wie fossil-thermische Kraftwerke.

der Schweiz untersteht die Luftfahrt als einziger bedeutender Sektor aktuell keiner klimapolitischen Massnahme.⁴

Der Fahrplan des Inkrafttretens des Abkommens ist aber noch offen. Falls das Linking nicht (zeitnah) in Kraft treten sollte, sieht der Bundesrat vor, in Anlehnung an die EU die Einführung äquivalenter Massnahmen für die Luftfahrt zu prüfen⁵. Die vorliegende Studie soll untersuchen, welche volkswirtschaftlichen Auswirkungen beim Neueinbezug des Luftverkehrs in ein Klimaregime zu erwarten sind, insbesondere in Bezug auf den Sektor Luftfahrt und dessen CO₂-Emissionen. Die abschliessende gesamtwirtschaftliche Beurteilung der Auswirkungen des Linkings der beiden Emissionshandelssysteme erfolgt in einem zweiten Schritt und ist nicht Teil dieser Studie.

Drei Szenariengruppen mit Hauptszenario Linking

Die Entwicklungen auf Schweizer, EU und internationaler Ebene bei den bestehenden und geplanten marktbasierten Systemen zur Reduktion des CO₂ aus der Luftfahrt erfordern ein Update der früheren Analysen zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen eines Einbezugs des Luftverkehrs in das Schweizer EHS. Insbesondere mit dem GMBM der ICAO kommt zudem eine neue Möglichkeit ins Spiel. Konkret werden in der vorliegenden Analyse folgende drei Szenariengruppen untersucht:

- **Hauptszenario mit Linking des Schweizer und des EU EHS:** die Eckwerte des EU EHS werden auch für den Schweizer Luftverkehr übernommen. In der Variante Linking „stop-the-clock“ werden nur die Flüge zwischen der Schweiz und dem EWR sowie innerhalb der Schweiz berücksichtigt, in der Variante Linking „full scope“ zudem auch die weiteren internationalen Flüge ab und nach der Schweiz.
- **Alternatives Szenario mit äquivalenter Massnahme:** Hier ergreift die Schweiz eine äquivalente Massnahme, die zu einer identischen Klimawirkung führt, wie sie durch den Einbezug in das verlinkte EHS herbeigeführt worden wäre. Es wird ein Kompensationsmechanismus modelliert, für den ein Band möglicher CO₂-Preise festgelegt wird. Eine Anwendung entspricht dabei jener der Variante „stop-the-clock“, eine der Variante „full scope“.
- **Nebenszenario ICAO GMBM:** als dritte Szenariengruppe wird die Einführung eines GMBM auf internationaler Ebene analysiert. Dieser wird im Modell als reiner Kompensationsmechanismus etabliert, in dem lediglich das Wachstum der CO₂-Emissionen ab 2020 kompensiert werden soll. Auch hier werden zwei Varianten betrachtet: In der ersten Variante behalten die Schweiz und die EU ihre verknüpften Emissionshandelssysteme bei, und die restlichen

⁴ Eine Ausnahme bilden gewisse Inlandflüge, für deren Treibstoff der Importeur der Kompensationspflicht untersteht. Diese Flüge sind aber eine sehr kleine Minderheit.

⁵ **Botschaft über die Schweizer Klimapolitik nach 2012.**

<https://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2009/7433.pdf>

internationalen Flüge ab der EU und der Schweiz werden über den GMBM abgedeckt. In der zweiten Variante werden das EU EHS und das Schweizer EHS für den Luftverkehr ausgesetzt und der ICAO GMBM kommt für die Flüge im EWR und für die übrigen internationalen Flüge zum Einsatz.

Alle Szenarien werden einem Referenz-Szenario gegenübergestellt, in dem sich der Luftverkehr in der Schweiz weiter uneingeschränkt entwickelt und keine klimapolitischen Massnahmen zur Anwendung kommen (kein CO₂-Preis für den Luftverkehr, der in der Schweiz startet oder landet). Dieses Referenzszenario ist rein hypothetisch und dient lediglich als Vergleichsgrösse.

Logik des Modells SECAN-ET und Mengengerüst

Bei der Analyse wurde das von Infras entwickelte und bereits in den Vorgängerstudien verwendete Modell SECAN-ET eingesetzt. Alle Parameter des Modells wurden validiert und auf den neuesten Stand gebracht, zudem wurden einige Annahmen angepasst (z.B. CO₂-Preise, Ölpreise, Effizienzverbesserungen im Flottenmix). Das Modell bildet ab, wie sich die Nachfrage im Luftverkehr verändert, wenn eine klimapolitische Massnahme eingeführt wird. Die CO₂-Emissionen der relevanten Flüge werden mit einem Preis belegt und führen somit zu einer Kostenerhöhung bei den Airlines. Dieser Kostenanstieg wird von den Airlines vollständig auf die Ticketpreise überwältzt, was als Reaktion einen Nachfragerückgang nach sich zieht. Dieser wirkt sich auf die Emissionen sowie auf die Wertschöpfung und die Beschäftigung des Luftverkehrs aus.

Die Luftfahrt wird in den betrachteten Szenarien neu in ein klimapolitisches Instrument einbezogen. Im Vergleich zum Referenzszenario entstehen dem Sektor durch die zumindest teilweise Internalisierung ihrer externen Klimakosten (CO₂-Emissionen) zusätzliche Ausgaben. Dieser Kostenanstieg für die Airlines ist aus klimapolitischer Sicht durchaus erwünscht: Die zusätzlichen Kostenblöcke, die sich aus der Bepreisung der CO₂-Emissionen ergeben, reflektieren eine verstärkte Anlastung der externen Kosten bei den Verursachern. Das Verursacherprinzip wird damit also gestärkt. Im unregulierten Zustand müssen diese Kosten von der Allgemeinheit getragen werden.

Im Referenzszenario wächst der Luftverkehr zwischen dem Basisjahr 2014 und dem Zieljahr 2030 weiterhin stark. Das Passagiervolumen an den Schweizer Landesflughäfen steigt gemäß aktuellen Prognosen von 46.4 Mio. Pax im Jahr 2014 auf 60.2 Mio. Pax im Jahr 2021 und auf 77.2 Mio. Pax im Jahr 2030. Dies entspricht im Zeitraum 2014-2030 einem Wachstum um 65%. Die Flugbewegungen wachsen im selben Zeitraum gemäß Prognosen um 27% (Anstieg geringer da großer Zuwachs im internationalen Verkehr mit großen Flugzeugtypen). Alle Ergebnisse der Szenarien sind im Vergleich zu diesen Wachstumsprognosen einzuordnen.

Ergebnisse für die Landesflughäfen: Kosten, Verkehr, Emissionen, Wertschöpfung

Bei den Szenarien mit „stop-the-clock“-Anwendung werden nur die Flüge zwischen der Schweiz und dem EWR in das verlinkte Schweizer EHS oder die äquivalente Massnahme einbezogen (65% des Passagieraufkommens an den Schweizer Landesflughäfen). Die absoluten und relativen Auswirkungen auf den Schweizer Luftverkehr sind in diesen Szenarien gering, die Nachfragewirkungen liegen auch bei steigenden CO₂-Preisen bis 2030 deutlich unter einem Prozent.

In den Szenarien mit Anwendung des „full scope“-Mechanismus variieren die Ergebnisse stark: Im Hauptszenario „Linking full scope“ fällt die Nachfrage bis 2030 gegenüber der Referenzentwicklung um 2% tiefer aus. Absolut gesehen sind die Auswirkungen jedoch gering und im Vergleich zum Ausgangszustand 2014 wächst der Luftverkehr auch weiterhin stark an. Auch unter diesem Hauptszenario „Linking full scope“ wächst das Passagiervolumen im Schweizer Luftverkehr zwischen 2014 und 2030 um knapp 62% (im Vergleich zu knapp 65% im Referenzszenario ohne klimapolitische Massnahmen).

Im Szenario mit der äquivalenten Massnahme nimmt hingegen die Nachfrage über das Referenzszenario hinaus leicht zu, da für die internationalen Flüge der CO₂-Preis in der Schweiz niedriger ist als in der EU und sich somit ein begrenzter Verlagerungseffekt hin zu Schweizer Flughäfen ergibt⁶. Mit diesem Verlagerungseffekt ist allerdings auch ein Anstieg der nationalen CO₂-Emissionen verbunden, was aus klimapolitischer Sicht nicht erwünscht ist.

Im Nebenszenario mit Anwendung des ICAO-Mechanismus geht die Nachfrage gegenüber der Referenz um 0.9% zurück, falls die EU und die Schweiz ihre EHS im EWR-Raum gleichzeitig weiterhin anwenden. Falls die EU und die Schweiz ihre EHS aussetzen und der ICAO-Mechanismus für alle Flüge zur Anwendung kommt, ergibt sich ein Nachfrageeffekt von lediglich -0.3% gegenüber dem unregulierten Referenzszenario. Die Ergebnisse für die Basisbetrachtung mit Ölpreis 50 USD/barrel sind in folgender Tabelle in der Übersicht dargestellt:

⁶ Gemäss Modellrechnungen sind die Verlagerungskapazitäten begrenzt, im Jahr 2030 handelt es sich um knapp 5'000 Flüge. Vgl. dazu Abschnitt 3.2.1 (S. 25).

Tabelle Z-1: Übersicht Auswirkungen 2030 (Landesflughäfen)

Absolute Veränderung gegenüber Referenz (EU und Schweiz ohne Einbezug des Luftverkehrs in EHS)	Zusatzkosten* in Mio. CHF	Passagiere in Mio. (in %)	Emissionen in Mio. t CO2 (in %)	Wertschöpfung* in Mio. CHF (in %)
Referenz	0,0	77,2	17,10	18.160
Hauptszenario stop-the-clock	86,2	76,6 (-0,8%)	17,06 (-0,3%)	18.020 (-0,8%)
Hauptszenario full scope	384,5	75,7 (-2,0%)	16,58 (-3,1%)	17.800 (-2,0%)
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	56,1	76,9 (-0,5%)	17,07 (-0,2%)	18.070 (-0,5%)
Äquiv. Massnahme full scope	123,7	77,3 (+0,04%)	17,11 (+0,04%)	18.170 (+0,04%)
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	126,2	76,5 (-0,9%)	16,99 (-0,7%)	17.990 (-0,9%)
ICAO komplett	51,6	77,0 (-0,3%)	17,03 (-0,4%)	18.110 (-0,3%)

* Die Wertschöpfung umfasst die direkten und indirekten Effekte.

Für die betrachteten Indikatoren ergeben sich für das Jahr 2030 folgende Ergebnisse:

- Die zusätzlichen Kostenblöcke, die aus Sicht der Airlines entstehen, unterscheiden sich relativ stark zwischen den Szenarien mit „stop-the-clock“- und „full scope“-Anwendung. Im Hauptszenario Linking „stop-the-clock“ fallen für 2030 (2020) prognostizierte CO₂-Kosten von 86.2 Mio. CHF (18.1 Mio. CHF) für die Airlines insgesamt an, bei Anwendung der äquivalenten Massnahmen – aufgrund des niedrigeren CO₂-Preises im Kompensationsmechanismus – von 56.1 Mio. CHF (13.1 Mio CHF). Die höchsten CO₂-Kosten ergeben sich im Hauptszenario Linking „full scope“, da dabei auch alle internationalen Flüge unter das ambitioniertere EU EHS fallen. Unter diesem Szenario fallen für die Airlines insgesamt knapp 385 Mio. CHF in 2030 (64 Mio. CHF in 2020) an CO₂-Kosten an. Die niedrigsten CO₂-Kosten ergeben sich, trotz Anwendung auf alle Flüge, im Szenario „ICAO komplett“, da hier nur das Wachstum der CO₂-Emissionen ab 2020 kompensiert wird. Die Emissionen, die bis zum Jahr 2020 anfallen, sind nicht kostenrelevant.

Im Vergleich zu den anderen Produktionskosten sind die CO₂-Kosten in den meisten Szenarien vernachlässigbar. Im Hauptszenario „Linking full scope“ steigt der Anteil der CO₂-Kosten bis zum Jahr 2030 auf 2% der gesamten Produktionskosten an. Im Vergleich zu den Treibstoffkosten, die ca. 15% der gesamten Produktionskosten der Airlines ausmachen, liegen die Kostenblöcke durch den Einbezug in ein EHS jedoch auch dann immer noch niedrig.

- Die Kostenblöcke werden vollständig auf die Ticketpreise überwältigt, wobei Querfinanzierungen zwischen den verschiedenen Passagiertypen (Economy/Business, Europa/Interkontinentalflüge) berücksichtigt werden. Im Hauptszenario „Linking full scope“, in dem sich die höchsten Auswirkungen ergeben, steigen die Ticketpreise in 2030 für Europaflüge zwischen 1.50 CHF/Ticket (Economy) und 2.60 CHF/Ticket (Business) an. Bei den Interkontinental-Flügen liegen die Aufschläge höher, maximal bei 11.30 CHF/Ticket im Economy-Bereich (bei Ticketpreis von knapp 240 CHF in Referenz) und 20.80 CHF/Ticket im Business-Bereich (bei Ticketpreis von knapp 710 CHF in Referenz).
- Gegenüber dem hypothetischen Referenzszenario liegt der Nachfragerückgang 2030 zwischen 0.3% im Szenario „ICAO komplett“ und etwa 2% im ambitionierten Hauptszenario „Linking full scope“. Gegenüber dem Ausgangszustand 2014 wächst der Luftverkehr jedoch weiterhin stark an, der Einbezug des Luftverkehrs in eines der betrachteten Szenarien führt in keinem Fall zu einer Änderung der Trendentwicklung.
- Die Auswirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung verhalten sich proportional zur Nachfrageentwicklung. Auch hier ergibt sich somit im Jahr 2030 maximal ein Rückgang der Wertschöpfung gegenüber der Referenz um 2% im Hauptszenario Linking „full scope“. Die Abnahme gegenüber der Referenz bei der Beschäftigung fällt ganz leicht höher aus, da die Personalkosten variable Kosten darstellen und somit flexibler auf Nachfrageänderungen reagieren. Auch im Rahmen der untersuchten Szenarien nehmen entsprechend dem Anstieg der Passagierzahlen auch die Wertschöpfung und die Beschäftigung im Luftverkehr bis 2030 weiterhin stark zu.
- Die Entwicklung bei den CO₂-Emissionen verläuft gemäss Modell nahezu parallel zu den Entwicklungen bei den Passagierzahlen. In den Szenarien mit „stop-the-clock“-Anwendung reduzieren sich die Emissionen leicht überproportional zu den Passagierzahlen, da die spezifischen Emissionen pro pkm auf den kürzeren Strecken höher liegen als auf langen. Entsprechend sinken die Emissionen in den Szenarien mit „full scope“-Anwendung im Vergleich zur Nachfrageentwicklung unterproportional. Die höchste Reduktionswirkung gegenüber der Referenz ergibt sich im Jahr 2030 auch hier im Szenario Linking „full scope“ mit einem spürbaren Rückgang der CO₂-Emissionen um etwa 0.5 Mio. t. (ausgehend von 17.1 Mio. t im Referenzszenario).
- Im Szenario äquivalente Massnahme „full scope“ liegen die CO₂-Kosten für die Interkontinental-Flüge (außerhalb EWR) in der Schweiz niedriger als bei Starts und Landungen im EWR. Für Airlines kann es daher interessant werden, einzelne Interkontinental-Flüge in die Schweiz zu verlagern, um der Emissionshandelspflicht auszuweichen. Gemäss Modellrechnungen sind die Verlagerungskapazitäten jedoch begrenzt, im Jahr 2030 handelt es sich um

knapp 5'000 Flüge (zusätzlich zum Bewegungsvolumen von ca. 562'400 Flügen im Referenzszenario). Dieser Verlagerungseffekt reicht jedoch, um die Preiseffekte im Szenario äquivalente Massnahme „full scope“ zu kompensieren. Es ergibt sich ein kaum spürbarer zusätzlicher Anstieg des Passagier Volumens um weniger als 0.1% gegenüber dem unregulierten Referenzszenario.

Die quantitativen Auswirkungen der betrachteten Szenarien sind recht gering. Die Preiseffekte durch den Einbezug des Schweizer Luftverkehrs in eines der betrachteten klimapolitischen Regime sind auf Grund des niedrigen CO₂-Preises sowie des hohen Anteils der kostenlosen Zuteilung schwach (insbes. in den äquivalenten Szenarien, aber auch im EHS mit 15% Auktionierung des Cap). Die stärkste Wirkung ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“, in dem alle Flüge ab, nach und innerhalb der Schweiz in den Anwendungsbereich des EHS einbezogen werden. Dieses Szenario zieht 2030 bei allen betrachteten Indikatoren eine Abnahme von ca. 2% gegenüber der Referenzentwicklung nach sich. Absolut gesehen sind die Auswirkungen jedoch gering und im Vergleich zum Ausgangszustand 2014 wächst der Luftverkehr unter allen betrachteten Szenarien weiterhin stark an. Auch unter dem ambitioniertesten Szenario wächst das Passagiervolumen im Schweizer Luftverkehr zwischen 2014 und 2030 um knapp 62%, von 46.4 Mio. Pax im Jahr 2014 auf 75.5 Mio. Pax im Jahr 2030 (im Vergleich zu einem Wachstum von knapp 65% im Referenzszenario ohne klimapolitische Massnahmen).

Einbezug weiterer Segmente der Schweizer Luftfahrt

In der vorliegenden Studie wurden auch weitere Segmente der Schweizer Luftfahrt betrachtet, die in den Vorgängerstudien noch ausser Acht gelassen wurden: Landesflughäfen, Flugtypen außerhalb des Linien- und Charterverkehrs (v.a. Business-Aviation) sowie die Fracht. Zudem wurden die Ergebnisse für den Landesflughafen Basel (Bewegungen nach Schweizer Verkehrsrecht) separat ausgewiesen, da für diesen Flughafen noch zu klären ist, wie mit den Flügen dieses Flughafens in einem klimapolitischen Regime umgegangen werden soll

- Am Flughafen Basel liegt der Rückgang bei den Passagieren gegenüber dem Referenz-Szenario zwischen knapp 20'000 Passagieren im Szenario „ICAO komplett“ und 160'000 Passagieren im ambitioniertesten Hauptszenario „Linking full scope“. Auch hier sind die Effekte als gering zu bezeichnen. Die relativen Auswirkungen gegenüber der Referenz liegen in der separaten Betrachtung für Basel in den ambitionierteren full-scope Szenarien sogar unter denen der Gesamtbetrachtung für alle Landesflughäfen. Das Wachstum 2014 bis 2030 wird somit in Basel noch weniger gedämpft als in der Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen.

- Im Szenario „äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich eine deutliche zusätzliche Zunahme von gut 5% bei den Passagierzahlen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Flughafen Basel im Jahr 2030 beinahe den gesamten Verlagerungseffekt aufnimmt.
- Unter der Annahme, dass sich alle Parameter der Landesflughäfen auf die anderen Flugplätze übertragen lassen, würden sich an den anderen Flugplätzen in den betrachteten Szenarien nur sehr geringe Auswirkungen ergeben. Bei den Passagieren ist 2030 ein Rückgang von maximal knapp 13'300 Passagieren im Hauptszenario „Linking full scope“ zu verzeichnen. In den anderen Szenarien liegen die Effekte deutlich niedriger. Im Szenario „äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich keine Verlagerung, da die anderen Flugplätze für den verlagerungsrelevanten Interkontinentalverkehr keine Bedeutung haben.
- Andere Flugtypen außerhalb des Linien- und Charterverkehrs (v.a. Business-Aviation) machen knapp 10% der Bewegungen, jedoch nur knapp 0.25% bei den Passagierzahlen aus. Da davon auszugehen ist, dass die Passagiere in diesem Segment wenig preissensibel sind, wird im Bereich der „anderen Flugtypen“ in allen Szenarien kaum eine Wirkung erkennbar sein. Da zudem die Ticketpreise nicht mit dem Linien- und Charterverkehr vergleichbar sind, wurde in der Analyse auf eine Quantifizierung der Ergebnisse verzichtet.
- Da die Fracht in den betrachteten Szenarien ebenfalls emissionshandelspflichtig wird und ihr Anteil mit 8% der beförderten Menge nicht vernachlässigbar ist, wäre ein Einbezug in die volkswirtschaftliche Betrachtung wünschenswert. Die Parameter in der Frachtbeförderung (Preise, Flugzeugtypen, Preiselastizitäten etc.) weichen jedoch stark von denen der Personenbeförderung ab, so dass ein Einbezug in die Modellberechnung über eine reine Umrechnung der Fracht in Passagier-Äquivalente nicht zielführend erscheint.

1. Ausgangslage

1.1. Politische Rahmenbedingungen auf EU-Ebene

Neben der Industrie und der Energiewirtschaft trägt auch der Luftverkehr erheblich zu den globalen THG-Emissionen bei, mit stark steigender Tendenz. Die Europäische Union hat sich daher dazu entschieden, den Luftverkehr in das seit 2005 bestehende Europäische Emissionshandels-system (EU EHS) einzubeziehen. Mit Beginn des Jahres 2012 wurden alle Luftfahrtbetreiber mit Starts und Landungen im EWR emissionshandelspflichtig (full scope), die Berichtspflichten bestehen bereits seit 2010.

Auf internationalen Druck hin hat die EU für das Jahr 2012 sowie die Jahre 2013 bis 2016 jedoch verschiedene Ausnahmen erlassen. „Stop-the-clock“ ist ein temporäres Zugeständnis der EU. Damit wurde die EHS-Pflicht de facto auf Flüge innerhalb des EWR begrenzt. Die Schweiz wurde 2012 von der EU unilateral in das EU EHS einbezogen.

Mit Inkrafttreten der neuen Handelsperiode 2013-2020 wurde das „stop-the-clock“-System fortgesetzt und von der EU eine verbindliche Aussetzung der Einbeziehung von Drittstaaten-Flügen und von Flügen von und nach bestimmten Gebieten in äußerster Randlage der EU bis Ende 2016 eingeführt. Mit der Behandlung der Schweiz als Drittstaat entfiel die Emissionshandelspflicht ab 2013 auch für alle Flüge zwischen der Schweiz und dem EWR. Diese Regelung gilt vorerst bis 2016.

Die temporäre Beschränkung des Geltungsbereichs durch die EU wurde primär eingeführt, um die Erarbeitung einer globalen marktbasierten Massnahme (Global Market Based Measure, GMBM) in der International Civil Aviation Organisation (ICAO) zu unterstützen. Die ICAO strebt ab 2020 vorab mit technischen Massnahmen (Standards an Flugzeugen, effizienter Betrieb der Flugzeuge und der Infrastruktur) und für eine Übergangszeit mit einer GMBM ein CO₂-neutrales Wachstum der internationalen zivilen Luftfahrt nach 2020 an. Der ICAO-Entscheid über die Einführung einer GMBM soll voraussichtlich im Herbst 2016 gefällt werden. Die EU macht ihren Entscheid, wie sie ab 1. Januar 2017 mit der Luftfahrt in ihrem EHS umgehen will, unter anderem abhängig vom Ausgang dieses ICAO-Entscheids. Je nach Geltungsbereich kann der Luftverkehr ab und nach der Schweiz unterschiedlich betroffen sein.

1.2. Kontext der Schweizer Politik

Bis anhin ist die Luftfahrt in der Schweiz klimapolitisch nahezu unreguliert⁷, obwohl auch sie CO₂-Emissionen verursacht und gemäss Prognosen künftig stark wachsen wird: Die 2015 aktualisierte Prognose für den Flugverkehr geht für den Zeitraum von 2015 bis 2030 von einer steigenden Nachfrage von durchschnittlich 3,2 Prozent bei den Passagierzahlen und 2,1 Prozent bei den Bewegungszahlen pro Jahr aus⁸. Der nationale und internationale Luftverkehr in der Schweiz verursacht gemäss aktuellen Schätzungen jährliche externe Umwelt-, Unfall- und Gesundheitskosten in der Grössenordnung von gut 900 Mio. CHF⁹. Ein Einbezug der Luftfahrt in das klimapolitische Regime ist daher angebracht.

Über die angestrebte Verknüpfung (sog. „Linking“) des Schweizer mit dem EU Emissionshandelssystem (EHS) soll der Luftverkehr in das Schweizer EHS einbezogen werden. Anfang 2016 wurde das Abkommen zur Verknüpfung des Schweizer und des EU-EHS paraphiert¹⁰. Mit der Paraphierung ist ein Einbezug der Luftfahrt auch ins Schweizer EHS nach Inkrafttreten des Linking vorgesehen. Der Fahrplan des Inkrafttretens des Abkommens ist aber noch offen. Falls das Linking nicht (zeitnah) in Kraft treten sollte, sieht der Bundesrat vor, in Anlehnung an die EU-Richtlinie die Einführung äquivalenter Massnahmen zu prüfen. Diese beziehen sich aus Sicht EU auf Massnahmen, die von Drittstaaten ergriffen wurden und die dazu führen können, dass diese Flüge vom EU ETS ausgenommen sind (Abflüge in den EWR-Raum ab diesen Drittstaaten sowie alle Flüge in und von anderen Drittstaaten, vgl. Art. 25a der EU-Richtlinie).

Die Verlinkung des Schweizer und des europäischen EHS bedeutet die gegenseitige Anerkennung von schweizerischen und europäischen Emissionsrechten. Dies erlaubt insbesondere Betreibern im Schweizer EHS, Emissionsrechte im deutlich grösseren und liquideren europäischen Markt zu handeln. Die Folgen sind eine Angleichung der Preise für Emissionsrechte und der Wettbewerbsbedingungen für Schweizer Unternehmen gegenüber ihren europäischen Konkurrenten. Voraussetzung für die Verknüpfung ist unter anderem eine identische Sektorabdeckung beider Systeme. Für die Schweiz bedeutet dies, dass die Luftfahrt neu in das Schweizer EHS einbezogen wird¹¹.

Die Kriterien zur Teilnahmepflicht, die Festlegung der verfügbaren Menge an Emissionsrechten (Cap für Betreiber von Luftfahrzeugen) sowie die Ausgabe der Emissionsrechte, namentlich die kostenlose Zuteilung und Versteigerung, sollen sich an den Eckwerten des EU EHS orientieren. Zur Teilnahme verpflichtet sind in- und ausländische Betreiber von Luftfahrzeugen,

⁷ Importeure, die Flugtreibstoff für gewisse Flüge innerhalb der Schweiz (nationale Flüge) importieren, unterstehen der Kompensationspflicht, d.h., sie müssen 10% der durch von ihnen importierten Treibstoffe verursachten CO₂-Emissionen kompensieren. Dies betrifft nur wenige Flüge. Der überwiegende Anteil an Flügen ist international.

⁸ Vgl. Bericht 2016 über die Luftfahrtpolitik der Schweiz, <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/politik/luftfahrtpolitik/luftfahrtpolitische-bericht.html>

⁹ Ebd.

¹⁰ <http://www.bafu.admin.ch/klima/03449/12696/index.html?lang=de&msg-id=60425>

¹¹ Ebenso wie fossil-thermische Kraftwerke.

die im Umfang der von ihren Flügen verursachten und im EHS abgedeckten Treibhausgasemissionen Emissionsrechte abgeben. Ausgenommen sind Flüge, die im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) starten und in der Schweiz landen und somit bereits im EU EHS abgedeckt sind. Führt die EU die bis 2016 befristete Einschränkung auf Flüge innerhalb des EWR weiter, würde das Schweizer EHS entsprechend nur Flüge innerhalb der Schweiz sowie von der Schweiz in den EWR umfassen. Damit wird sichergestellt, dass keine Doppelzählung der Flüge entsteht. Flüge, welche die Schweiz nur überfliegen, sind nicht erfasst. Vom Einbezug ins EHS ausgenommen sind voraussichtlich analog zum heutigen EU EHS kommerzielle Flugverkehrsbetreiber, die weniger als 243 Flüge während Vier-Monats-Perioden durchführen oder weniger als 10 000 t CO₂ jährlich emittieren, sowie unter bestimmten Bedingungen nicht-kommerzielle Betreiber. Weitere Ausnahmen gibt es beispielsweise für die Betreiber von Rettungs- und Forschungsflügen oder für Ausbildungsflüge von Piloten.

Da die Luftfahrt neu ins Schweizer EHS eingebunden wird, entstehen dem Sektor im Vergleich zum unregulierten Zustand zusätzliche Kosten, wie sie etwa bei den stationären Industrieanlagen anfallen, die bereits ins Schweizer EHS eingebunden sind. Dieser Kostenaufschlag ist ein Ziel der Regulierung und somit erwünscht, da damit die externen Kosten zumindest teilweise internalisiert werden. Die vorliegende Studie soll untersuchen, wie hoch diese Kosten für den Sektor Luftfahrt ausfallen werden. Die abschliessende Beurteilung des Gesamtpakets Linking, wovon die Luftfahrt ein Teil ist, muss zusammen mit den Auswirkungen auf den stationären Bereich (siehe Ecoplan 2016) gezogen werden. Dabei ist durchaus denkbar, dass einzelne Sektoren unterschiedlich betroffen sind. Aus volkswirtschaftlicher Sicht ist entscheidend, dass das Linking über alle Sektoren hinweg nicht zu Einbussen gegenüber der gültigen Regelung mit den unabhängigen EHS führt. Diese Gesamtbeurteilung erfolgt in einem zweiten Schritt gemeinsam mit den Ergebnissen der Studie von Ecoplan (2016) und ist nicht Teil dieses Auftrags.

1.3. Ziel und Kontext der Studie

Vor diesem Hintergrund gab das BAFU eine Aktualisierung der Studien zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen einer Einbeziehung des Schweizer Luftverkehrs in ein Regime mit CO₂-Preisen in Auftrag. Die Studie baut auf zwei Vorgängerstudien auf, in denen Infras bereits 2009 und 2011 die volkswirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Szenarien zur Einbeziehung des Luftverkehrs ins EU EHS bzw. von äquivalenten Massnahmen analysiert hat.¹² Die Auswirkungen aller betrachteten Szenarien wurden mit dem Modell SECAN-ET berechnet, das für diese Fragestellung von Infras – unter Einbezug verschiedener Experten – erstellt wurde.

¹² Die Studie 2009 umfasste die folgenden Szenarien:

Es soll dabei untersucht werden, wie sich die Nachfrage im Sektor Luftfahrt verändert und wie sich die Nachfrageänderung auf die CO₂-Emissionen des Sektors auswirken, wenn er im Zuge des Linking in ein EHS eingebunden wird. Die gleichen Fragen werden auch für äquivalente Massnahmen und für ein Preissystem der ICAO untersucht.

Ebenfalls kurz beschrieben wird in dieser Aktualisierung der administrative Vollzug der unterschiedlichen Szenarien. Da diesbezüglich Vorüberlegungen seitens der betroffenen Behörden noch im Gang sind, oder erst spezifischer erfolgen können, wenn eine Stossrichtung für die Schweiz entschieden wurde, sind die Ausführungen dazu noch recht aggregiert und müssten bis zu einer Umsetzung noch erheblich detailliert werden.

2. Beschreibung der betrachteten Szenarien

2.1. Referenzszenario – Baseline ohne zusätzliche Massnahmen

Das Referenzszenario (Baseline) ist ein reiner Vergleichszustand, mit dem die Auswirkungen der anderen Szenarien verglichen werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich der Luftverkehr in der Schweiz weiter uneingeschränkt entwickelt und keine klimapolitischen Massnahmen zur Anwendung kommen (kein CO₂-Preis für den Schweizer Luftverkehr, der in der Schweiz startet oder landet). Zudem wird angenommen, dass die Rahmenbedingungen auf europäischer Ebene zum EU EHS wie bisher fortgesetzt werden, daher die EU im Referenzszenario den „stop-the-clock“-Mechanismus gemäß Verordnung (EU) Nr. 421/2014 fortsetzt. Alle Flüge innerhalb des EWR fallen unter den Anwendungsbereich des EU EHS, internationale Flüge (inkl. Flüge zwischen EWR und der Schweiz) nicht. Andere Mechanismen (z.B. auf Ebene ICAO) werden in diesem Referenz-Szenario nicht eingeführt.

Das Referenzszenario für die Betrachtungszeitpunkte 2021 und 2030 wird aus den Flugbewegungen 2014 abgeleitet, die auf Basis der Intraplan-Prognosen (2015) fortgeschrieben werden (siehe dazu Kapitel 3.2 zum Mengengerüst). Die Betrachtung bezieht sich auf das jeweilige Jahr (nicht kumuliert).

- Szenarien 0 und 1: Einbezug des Schweizer Luftverkehrs ins EU EHS, entweder nur Flüge zwischen CH und EU (passiver Einbezug als Drittstaat, Szenario 0) oder auch internationale Flüge (über vollständiges Linking oder Übernahme der Richtlinie, Szenario 1).

- Szenarien 2a und 2b: Als äquivalente Massnahme wurde ein Einbezug des Luftverkehrs ins EHS Schweiz analysiert, entweder nur für CH-EU Flüge oder auch internationale Flüge.

- Szenarien 3a und 3b: Als alternative äquivalente Massnahme wurde eine Kompensation über JI/CDM Mechanismen analysiert.

Die Studie 2011 umfasste die folgenden Szenarien:

- Aktualisierung der Szenarien 0 und 1 der Vorgängerstudie

- Szenarienfamilie 2, mit Darstellung verschiedener äquivalenter Massnahmen (v.a. Abgabelösungen: Kerosinabgabe, Passagierabgabe, Start- bzw. Landeabgabe).

2.2. Hauptszenario - Linking

Dieses Szenario sieht die schnelle Inkraftsetzung des Linking vor und unterstellt somit einen Einbezug des Schweizer Luftverkehrs in das Schweizer EHS. Dabei orientiert sich die Schweiz an den Vorgaben und Eckwerten des EU EHS und gestaltet ihr EHS kompatibel zum EU EHS aus. Aktuell ist allerdings unklar, wie sich insbesondere der geografische Geltungsbereich und damit korrelierte Eckwerte des EU EHS für den Luftverkehr nach 2016 entwickeln werden, da auf EU-Ebene weitere Entscheidungen dazu erst nach Vorliegen eines konkreten Vorschlags der ICAO getroffen werden sollen. Die aktuell geltenden Rahmenbedingungen gemäß Richtlinie 2008/101/EG und Richtlinie 2003/87/EG sowie Verordnung (EU) Nr. 421/2014 (zur Umsetzung des „stop-the-clock“-Mechanismus im Zeitraum 2014-2016) legen die Eckwerte bis 2016 fest, danach ist unklar, ob die EU

- i. den „stop-the-clock“-Mechanismus fortsetzt,
- ii. zur vollständigen Umsetzung der Richtlinie zurückkehrt (full scope),
- iii. den gesamten Luftverkehr (im EWR und international) über den neuen ICAO Global Market Based Mechanism abdeckt und das EU EHS für den Luftverkehr nicht mehr zur Anwendung kommt,
- iv. den internationalen Luftverkehr (ohne EWR-Raum) im Rahmen eines neuen ICAO Global Market Based Mechanism (GMBM) einbezieht und den Luftverkehr im EWR-Raum weiterhin wie im Geltungsbereich des „stop-the-clock“-Mechanismus behandelt oder
- v. eine weitere Alternative berücksichtigt.

Daher sollen im Rahmen des Hauptszenarios „Linking“ zwei Varianten berechnet werden:

- *Hauptszenario Linking „stop-the-clock“*: In diesem Szenario wird eine Fortsetzung des „stop-the-clock“-Mechanismus gemäß Verordnung Nr. 421/2014 angenommen. Ins verknüpfte CH EHS werden somit auch Flüge zwischen CH und EWR gemäss Abflugsprinzip (also Flüge von CH nach EWR) und Flüge intra CH einbezogen.
- *Hauptszenario Linking „full scope“*: Hier wird davon ausgegangen, dass die EU den „stop-the-clock“-Mechanismus beendet und der Geltungsbereich der ursprünglichen Richtlinie 2003/87/EG zur Anwendung kommt. Ins verknüpfte CH EHS werden in diesem Szenario Flüge zwischen CH und EWR gemäss Abflugsprinzip (also Flüge von CH nach EWR), Flüge intra CH sowie Flüge von und nach Drittstaaten (=Nicht-EWR-Ausland) einbezogen. Dieses Szenario entspricht somit dem Szenario 1 (Vollintegration ins EU EHS) der Studie INFRAS (2009), mit dem Unterschied, dass die Schweiz die Luftfahrt in ihr bestehendes EHS einbezieht, wobei die Luftfahrt weitgehend separat geregelt wird (eigenes Cap, eigener Vollzug etc.).

Die Eckwerte für eine mögliche Ausgestaltung des EU EHS im Bereich Luftverkehr in der vierten Handelsperiode (2021-2030) sind noch nicht festgelegt. Die EU-Kommission hat zwar im Juli 2015 einen „Vorschlag zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Verbesserung der Kosteneffizienz von Emissionsminderungsmaßnahmen und zur Förderung von Investitionen in CO₂-effiziente Technologien“ veröffentlicht, dieser enthält jedoch nur Angaben zum stationären Bereich. Darin wird ausgeführt: „Dieser Vorschlag dient nicht der Regelung von Fragen zum Anteil des Luftverkehrs am EU EHS. Anpassungen des Geltungsbereichs der Richtlinie in Bezug auf Luftverkehrstätigkeiten sollten in Kraft treten, wenn auf der ICAO-Versammlung von 2016 eine internationale Vereinbarung über eine weltmarktbasierende Maßnahme getroffen wurde, die bis 2020 durchgeführt werden soll.“

→ für die vorliegende Analyse wird davon ausgegangen, dass die für ein Linking relevanten Eckwerte des EU EHS aus der dritten Handelsperiode übernommen werden, soweit nicht anders bekannt. Alternativen werden bei Bedarf als Sensitivitäten untersucht.

Dabei werden folgende Eckwerte aus Richtlinie 2008/101/EG und Richtlinie 2003/87/EG zur Einbeziehung des Luftverkehrs ins EU ETS berücksichtigt:

- Cap: 95% der historischen Luftverkehrsemissionen (= Durchschnitt 2004-2006) für die Handelsperiode 2013-2020. Für das Schweizer Cap wird davon abgewichen: In der Schweiz erfolgt eine bottom-up-Berechnung des Cap aufgrund der tkm 2018.
- Auktionierung: 15% der Zertifikate der Basisperiode sollen versteigert werden.
- Reserve: 3% der Zuteilungsmenge¹³
- Gratiszuteilung: 82% der Zuteilungsmenge
- Anteil JI/CDM: Für die vierte Handelsperiode wird von der bisherigen Regelung abgewichen. Es wird davon ausgegangen, dass keine ausländischen Zertifikate mehr zugelassen werden (0%).

Diese Eckwerte wurden grösstenteils bereits in Szenario 1 in INFRAS (2009) für den Zeitraum 2020 im Modell SECAN-ET implementiert und werden in der Aktualisierung der Berechnungen für die Zeiträume 2021 und 2030 beibehalten bzw. wo nötig aktualisiert.

Für die Festlegung des Caps erfolgt eine Sensitivitätsbetrachtung. Hier sieht der Vorschlag der EU KOM für die Handelsphase 2021-2030 für den stationären Bereich eine jährliche Absenkung des Cap von 2,2% vor. Dieser lineare Absenkpfad könnte auch für den Luftverkehr implementiert werden. Im EU EHS würde derselbe Absenkpfad in 2030 zu einem Cap von knapp 74% der historischen Luftverkehrsemissionen führen.¹⁴ Dieser Absenkpfad des EU-Systems wird in der

¹³ Die Reserve wird in den Modellberechnungen jedoch de facto nicht berücksichtigt, da hier keine Differenzierung zwischen bestehenden und neuen Marktakteuren vorgenommen wird (vgl. dazu auch Infrass 2009).

¹⁴ Berechnung: $0,95 * (1 - (0,022 * 10)) = 0,74$

Sensitivätsbetrachtung im Rahmen des Linkings für das CH EHS übernommen und muss dann zur Erreichung einer vergleichbaren Wirkung auch bei einer äquivalenten Massnahme umgesetzt werden (Sensitivität „ambitioniertes Cap“).

2.3. Fallback-Szenario – Äquivalente Massnahmen

Diese Szenario-Gruppe unterstellt äquivalente Massnahmen anstatt eines Linkings. Die Schweiz und die EU streben eine gegenseitige Verlinkung ihrer EHS an. Tritt die Verknüpfung nicht in Kraft, so will der Bundesrat gemäss Botschaft Klimapolitik post 2012 die Einführung äquivalenter Massnahmen überprüfen. Auch die EU bezieht sich in ihrer Richtlinie (Art. 25a) auf äquivalente Massnahmen, die von Drittstaaten ergriffen werden und die dazu führen können, dass diese vom EU EHS ausgenommen sind (Abflüge in den EWR ab diesen Drittstaaten sowie alle Flüge in und von anderen Drittstaaten)¹⁵. Die äquivalenten Massnahmen kommen nur dann zum Zuge, wenn das Linking nicht in Kraft tritt.

Die Äquivalenz wird als mengenmässig identische CO₂-Reduktionswirkung wie im entsprechenden Anwendungsbereich des EU-ETS verstanden. Entsprechend gibt es eine äquivalente Massnahme, die sich auf ein „full-scope“-EHS bezieht und eine, die sich auf ein „stop-the-clock“ EHS bezieht. Der Auktionierungsanteil bei den äquivalenten Massnahmen wird auf 0% festgelegt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass das Aviation-Cap im EU-ETS in der nächsten Handelsperiode im Vergleich zu heute nicht geändert wird (95% gegenüber historischen Emissionen).

Dabei wird eine äquivalente Massnahme in Form eines „Dummy-Kompensationsmechanismus“ analysiert. Es steht nicht die konkrete Ausgestaltung eines möglichen Kompensationsmechanismus, sondern lediglich dessen volkswirtschaftliche Auswirkungen im Vordergrund. Um einen direkten Wirkungsmechanismus unterstellen zu können, wird davon ausgegangen, dass sich dieser Kompensationsmechanismus direkt auf den Treibstoffverbrauch und somit die CO₂-Emissionen des Luftverkehrs bezieht. Verschiedene Instrumente wie z.B. emissionsabhängige Landgebühren ziehen nicht direkt abschätzbare Wirkungen nach sich und sind oft nicht proportional zu den tatsächlichen Emissionen. Es wird deshalb darauf verzichtet, ein alternatives Instrument zu untersuchen, vielmehr wird von der anzustrebenden Wirkung der Äquivalenz und deren Preis ausgegangen.

¹⁵ Dies ist vor allem dann relevant, wenn das Linking nicht in Kraft tritt und die EU zu „full scope“ zurückkehren will.

Für den Kompensationsmechanismus wird ein Preisband für die möglichen hinterlegten CO₂-Preise festgelegt, das sich an den Erwartungen zum Preis internationaler Offsets (JI/CDM) orientiert (vgl. dazu Abschnitt 3.3):

- Für 2021 wird ein Preisband von 5 bis 10 Euro/t CO₂ unterstellt.
- Für 2030 wird ein Preisband von 10 bis 20 Euro/t CO₂ unterstellt.

2.4. Nebenszenario – ICAO Global Market Based Measures (GMBM)

Als Nebenszenario wird ein Szenario „*ICAO Global Market Based Measures (GMBM)*“ berechnet. Dieses soll über einfache Annahmen eines Offsetting Mechanismus umgesetzt werden, im Wissen, dass die genaueren Details seitens ICAO wohl erst im Laufe des Herbsts 2016 bekannt werden. Gemäß bisherigen Diskussionen (siehe z.B. ICAO 2016) soll der ICAO GMBM folgende Eckwerte umfassen:

- Ziel: CO₂-neutrales Wachstum des Luftverkehrs nach 2020, d.h. alle Emissionen die über das Volumen des Jahres 2020 hinausgehen, werden in den GMBM einbezogen.
- Der GMBM ist ein reiner Offset-Mechanismus, d.h. Emissionen werden über internationale Offsets kompensiert.

Da die Wirkung des ICAO GMBM zu Beginn 2021 noch sehr gering sein wird (nur Wachstum 2020-2021 abzüglich Effizienzverbesserung), wird dieses Szenario im Modell SECAN-ET nur für den Betrachtungszeitpunkt 2030 implementiert.

Für dieses Szenario werden zwei Varianten betrachtet:

- Variante 1: der ICAO GMBM wird für den gesamten internationalen Luftverkehr angewendet, die EU setzt ihr bisheriges Regelwerk im Rahmen des EU EHS aus (Szenario „ICAO komplett“).
- Variante 2: der ICAO GMBM wird für den internationalen Luftverkehr angewendet, die EU sowie die Schweiz im verknüpften CH EHS führen den „stop-the-clock“-Mechanismus und die Anwendung des EU EHS bzw. des CH EHS aber im EWR fort. In diesem Fall wäre der ICAO GMBM als Ergänzung zum Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ zu verstehen (Szenario „ICAO in Kombination mit „stop-the-clock““).

Tabelle 1 zeigt auf, welche Preismechanismen in den verschiedenen Szenarien für Abflüge und Landungen zur Anwendung kommen. Für die Abflüge ab den Schweizer Landesflughäfen kommt jeweils der in der Schweiz geltende Preismechanismus zur Anwendung (CH EHS im Lin-

king-Szenario mit entsprechendem CH-Cap, die äquivalente Massnahme oder der ICAO-Mechanismus, falls dieser die bisherigen Regelungen im EU EHS ersetzt). Für die Landungen von Flügen aus dem EWR-Raum kommt jeweils das EU EHS zum Einsatz, für Landungen aus Drittstaaten in den beiden Szenarien „full scope“ ebenfalls der in der Schweiz geltende Mechanismus.

Tabelle 1: Anwendung der Mechanismen pro Szenario von und nach der Schweiz

Szenario	Abflug von Schweizer Flughäfen		Landung auf Schweizer Flughäfen	
	In den EWR	Internationale Flüge	Aus EWR	Internationale Flüge
Referenz	-	-	-	-
Hauptszenario Linking stop-the-clock	CH EHS (CH-Cap))	-	EU EHS (EU-Cap)	-
Hauptszenario Linking full scope	CH EHS (CH-Cap))	CH EHS (CH-Cap))	EU EHS (EU-Cap)	CH EHS (CH-Cap)
Äquivalente Massnahmen stop-the-clock	Äquiv	-	EU EHS	-
Äquivalente Massnahmen full scope	Äquiv	Äquiv	EU EHS	Äquiv
[ICAO GMBM Variante 1 (überall ICAO, auch im EWR)]	ICAO	ICAO	ICAO	ICAO
ICAO GMBM Variante 2 (bisheriges s-t-c im EWR-Raum + CH und ICAO GMBM für int. Flüge)	CH EHS (CH-Cap)	ICAO	EU EHS (EU-Cap)	ICAO

3. Aufdatierung der Modellannahmen

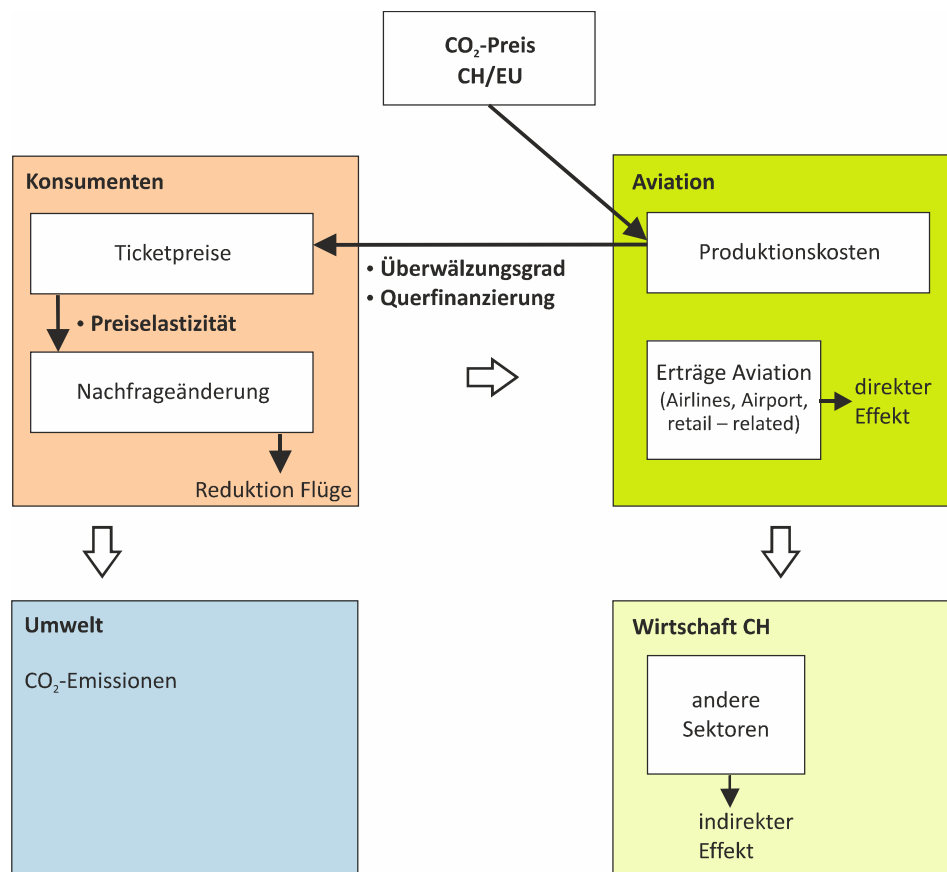
3.1. Wirkungsmodell SECAN-ET

Methodisch orientiert sich das Vorhaben an den beiden Vorgängerprojekten. Dadurch wird insbesondere die Vergleichbarkeit der bisherigen Studien gewährleistet werden. Das Modell wurde von Infras im Rahmen der beiden Studien 2009 und 2011 erarbeitet und kann um weitere Szenarien und Annahmen ergänzt werden. Das Wirkungsschema des Modells SECAN-ET ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass sich ein Preis für CO₂-Emissionen im EU oder Schweizer EHS auf die Produktionskosten der Airlines auswirkt und, unter Berücksichtigung des Überwälzungsgrades und möglicher Querfinanzierungsstrategien, auf die Ticketpreise wirkt. In Abhängigkeit der Preiselastizitäten verändert sich dadurch die Nachfrage und somit die Ertragslage der Airlines. Daraus wiederum ergeben sich Veränderungen in der Wertschöpfung und Beschäftigungswirkung des Luftverkehrs in der Schweiz. Das Wirkungsmodell zeigt,

wie die verschiedenen „Stellschrauben“ zusammenwirken. Nicht im Wirkungsmodell berücksichtigt sind Auswirkungen des CO₂-Preises auf technische und operative Massnahmen auf Seiten der Airlines (z.B. Effizienzverbesserungen, Optimierung Flugrouten). Es ist davon auszugehen, dass Anreizwirkungen auf Seiten der Airlines erst ab einem höheren CO₂-Preis- Niveau und bei Planungssicherheit zum Tragen kommen – kurzfristig ist von einer vollen Überwälzung der zusätzlichen Kosten auf die Passagiere auszugehen.

Bei einem Linking der Emissionshandelssysteme CH und EU ergibt sich ein einheitlicher CO₂-Preis, so dass die Figur leicht von der ursprünglichen Figur in Infras 2009 abweicht.

Abbildung 1: Wirkungsschema SECAN-ET



Grundsätzlich war es notwendig, die Annahmen des Modells für das vorliegende Update der Berechnungen zu validieren, da seit dem letzten Projekt knapp fünf Jahre vergangen sind und

sich sowohl auf Seite des wissenschaftlichen state-of-the-art als auch auf Seite der Rahmenbedingungen und Weltmarktpreise neue Entwicklungen ergeben haben. Die Überprüfung der Annahmen erfolgte methodisch über eine auf neuere Studien fokussierte Literaturrecherche.

Seit Durchführung der beiden Vorgängerstudien wurde eine Reihe neuer Studien zum Themenbereich veröffentlicht, deren Annahmen mit denen des Modells SECAN-ET abgeglichen wurden.

Die wichtigsten neuen Referenzen sind:

1. Impact Assessment der EU Kommission (2013) zu den Auswirkungen eines GMBM auf Ebene ICAO (basiert auf Berechnungen mit dem Modell AERO-MS)
2. Studie des DLR (2015) zur Einbeziehung des Luftverkehrs in internationale Klimaschutzprotokolle (AviClim)
3. Studie von Infrac und CE Delft zu den Auswirkungen des „stop-the-clock“-Szenarios (2016)
4. Impact Assessment der ICAO zu marktbasierten Mechanismen (2013)
5. Weitere Kurzstudien zu „stop-the-clock“ (z.B. CE Delft 2012 und Sandbag 2013)

3.2. Aufdatierung Mengengerüst

3.2.1. Mengengerüst für die Landesflughäfen und den Linien- und Charterverkehr

Als Grundlage für das Mengengerüst dienen aktuelle Daten zu Flugbewegungen (ATM), Passagier- und Frachtaufkommen des BAZL. Diese wurden für das Jahr 2014 aufgearbeitet und bereitgestellt. Die Daten liegen differenziert für die drei Landesflughäfen (Zürich, Basel und Genf), andere Flugplätze in der Schweiz und einzeln auch für «Basel nach Schweizer Verkehrsrecht» vor. Zudem sind die Daten nach Linien/Charter und „andere Flugtypen“ (z.B. Business-Flüge) differenziert. In Abhängigkeit der Distanz werden die Flugbewegungen und Passagierzahlen unterschiedlichen Clustern zugeteilt:

Tabelle 2: Cluster und Gruppen im Mengengerüst

Gruppe	Durchschnittl. Distanz ab der Schweiz ¹⁶
Cluster 1: Flüge im EWR-Raum	
Gruppe 1: < 500 km	304 km
Gruppe 2: 500-1000 km	735 km
Gruppe 3: > 1000 km	1'577 km
Cluster 2: Interkontinentale-Flüge ohne Hub	
Gruppe 4: non-EWR Europe	2'145km
Gruppe 4: Afrika	4'416 km
Gruppe 4: Middle/Near East	3'920 km
Gruppe 4: Nordamerika	7'382 km
Gruppe 4: Süd-/Mittelamerika	8'065 km
Cluster 3: Interkontinentale-Flüge mit Hub	
Gruppe 5: Asien	7'976
Gruppe 5: Nordamerika	8'664
Gruppe 5: Süd-/Mittelamerika	9'322

Daraus ergibt sich für das Basisjahr 2014 das folgende Mengengerüst für die drei Landesflughäfen Zürich, Basel und Genf. Es wird deutlich, dass der Linien- und Charterverkehr an den Landesflughäfen 92% der Bewegungen und 99,8% der Passagiere ausmacht. Die Fracht umfasst rund 8% des gesamten beförderten Aufkommens (Spalten „Pax“ und „Fracht“ in Tabelle 3).

¹⁶ Durchschnittliche Flugdistanz der Flugbewegungen der Landesflughäfen in km.

Tabelle 3: Flugbewegungen und Passagieraufkommen der Landesflughäfen 2014

	ATM	davon Linien/ Charter ¹⁷	PAX	davon Linien/ Charter	Fracht ¹⁾ (dargestellt in PAX-Äq.)	davon Linien/ Charter
Cluster 1: EU Flüge	83%		76%		24%	
Gruppe 1 (< 500 km)	138'588	89%	9'053'929	99.7%	356'521	100%
Gruppe 2 (500-1000 km)	169'769	93%	16'859'229	99.8%	473'348	100%
Gruppe 3 (> 100 km)	77'382	95%	9'229'722	99.9%	131'875	100%
Cluster 2: Interkontinentale- Flüge ohne Hub	15%		19%		41%	
4 Non-EWR Europa	34'460	89%	3'661'615	99.7%	91'305	100%
4 Afrika	9'492	92%	1'173'310	99.8%	202'861	100%
4 Middle/Near East	13'506	89%	1'980'475	99.6%	678'723	100%
4 North America	12'147	91%	2'055'644	99.8%	690'223	100%
4 Central/South America	297	66%	52'302	99.2%	2'525	100%
Cluster 3: Interkontinentale Flüge mit Hub	3%		5%		35%	
5 Asia	8'497	96%	1'726'436	99.9%	1'047'165	100%
5 North America	2'557	100%	534'498	100.0%	278'514	100%
5 Central/South America	807	100%	159'854	100.0%	98'548	100%
Total	467'502	92%	46'487'014	99.8%	4'051'608	100%

1) PAX-Äquivalente (100 kg Fracht = 1 PAX)

Für den Flughafen Basel nach Schweizer Verkehrsrecht erfolgt eine separate Darstellung, um die Auswirkungen für diesen Flughafen differenziert darstellen zu können. Das Mengengerüst für Basel ist in folgender Tabelle dargestellt:

¹⁷ Der restliche Anteil ist jeweils dem Segment „andere Flüge“ (z.B. Businessjets) zuzuordnen

Tabelle 4: Flugbewegungen und Passagieraufkommen Flughafen Basel 2014

	ATM	davon Linien/ Charter	PAX	davon Linien/ Charter
Cluster 1: EU Flüge	90%		86%	
Gruppe 1 (< 500 km)	13'872	97%	691'880	99.9%
Gruppe 2 (500-1000 km)	27'315	99%	3058876	100.0%
Gruppe 3 (> 100 km)	8'634	99%	1277811	100.0%
Cluster 2: Interkontinentale-Flüge ohne Hub	10%		14%	
4 Non-EWR Europa	4'006	99%	559'376	100.0%
4 Afrika	1'189	99%	168'050	100.0%
4 Middle/Near East	443	98%	62'256	100.0%
4 North America	41	78%	6'816	99.8%
4 Central/South America	1	0%	6	0%
Cluster 3: Interkontinentale-Flüge mit Hub¹⁸	0.1%		0%	
5 Asia	55	0%	7	0%
5 North America	0	0%	0	0%
5 Central/South America	0	0%	0	0%
Total	55'556		5'825'078	

Das Mengengerüst im Basisjahr wird mit Hilfe der aktuellen Prognosen (inkl. Aufteilung nach Weltregion) der Landesflughäfen von Intraplan (2015) auf die Betrachtungshorizonte 2021 und 2030 hochgerechnet. Für das Jahr 2021 wurden die Prognosen von Intraplan auf Basis von 2020 und 2030 mit einer jährlichen Wachstumsrate linear interpoliert (d.h. das Wachstum 2020 bis 2030 gleichmässig auf die Zwischenjahre verteilt und somit der Wert für 2021 ermittelt). Für den Flughafen Basel wurde angenommen, dass dieser eine ähnliche Aufteilung der Flugbewegungen und Passagierzahlen nach Weltregion aufweist wie der Flughafen Genf. Bei den Prognosen gemäß Intraplan (2015) wird generell von einer engpassfreien Betrachtung ausgegangen, das heisst es ist unterstellt, dass sich der Luftverkehr nachfrageorientiert ohne Berücksichtigung der effektiven Kapazitäten an den Landesflughäfen entwickeln kann.

Verlagerungseffekte im Mengengerüst

Wie auch in den Vorgängerstudien dargelegt, können sich in einzelnen der untersuchten Szenarien Verlagerungseffekte von benachbarten europäischen Flughäfen in die Schweiz ergeben, wenn der Luftverkehr im Schweizer Mechanismus anders behandelt wird, als im geltenden EU

¹⁸ Reine Frachtflüge wurden im Mengengerüst nicht berücksichtigt.

EHS (vgl. dazu Infras 2009). Von den untersuchten Szenarien betrifft dies ausschließlich Interkontinental-Flüge und ist somit nur in den Szenarien „full scope“ relevant. Je nach Szenario können Interkontinentalflüge bei Start/Landung in der EU mit einem CO₂-Preis konfrontiert sein, während sie in der Schweiz keinen oder einen geringeren CO₂-Preis zahlen. Dies kann Anreize zu Verlagerungen von Starts/Landungen aus der EU in die Schweiz nach sich ziehen. Da das Szenario „Linking full scope“ für die Schweiz dieselben Rahmenbedingungen vorsieht wie das EU EHS, wird es in diesem Szenario keine Anreize zu Verlagerung von Flügen geben. Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ sind Verlagerungseffekte wiederum möglich. Zur Berücksichtigung der Verlagerungseffekte werden folgende Annahmen getroffen:

- Grundsätzlich wird dieselbe Methodik verwendet wie in den Vorgängerstudien. Als Grundlage für die unterstellten Verlagerungswirkungen dient eine Abschätzung der freien Kapazitäten an den Landesflughäfen in den relevanten Jahren 2021/2030 (Interkontinental-Wellen vor allem am Nachmittag).
- Obwohl die neuen Intraplan-Prognosen (2015) von einer engpassfreien Entwicklung ausgehen, wird in der vorliegenden Studie angenommen, dass eine Verlagerung nur in den bestehenden Kapazitätsgrenzen der Landesflughäfen stattfinden kann. Diese müssen jedoch vorab noch das Wachstum des Referenz-Szenarios aufnehmen.
- Nach dieser Methodik bleiben am Flughafen Zürich bereits im Jahr 2021 keine freien Kapazitäten, um Verlagerungseffekte aufzunehmen. In Basel und Genf sind jedoch freie Kapazitäten verfügbar. In Genf werden diese bis zum Jahr 2030 jedoch knapper, so dass der gesamte Verlagerungseffekt im Jahr 2030 niedriger ausfällt als im Jahr 2021. In Basel bleiben weiterhin freie Kapazitäten verfügbar, so dass der Flughafen Basel 2030 die gesamte Verlagerungswirkung aufnimmt.

3.2.2. Mengengerüst für weitere Elemente

Das Mengengerüst wurde vom BAZL auch für die weiteren Schweizer Flugplätze (v.a. Regionalflugplätze) sowie die anderen Flugarten (v.a. Business Aviation) bereitgestellt und entsprechend der Methodik für die Landesflughäfen ausgewertet. Zudem wurde, wie oben beschrieben, die Fracht mitberücksichtigt. Auf Basis der Auswertung wurde entschieden, ob diese Elemente im Modell SECAN-ET mitberücksichtigt werden können:

- Anteil Fracht:
 - Macht bei den Landesflughäfen ca. 8% des gesamten Aufkommens (Summe Passagiere und Fracht) aus. In einzelnen Clustern liegt der Anteil der Fracht deutlich über diesem Durchschnitt (vgl. Tabelle 3).
 - Grundsätzlich wäre es daher interessant, die Fracht mit zu berücksichtigen. Da Fracht jedoch andere ökonomische Parameter als der Passagierbereich aufweist, kann sie nicht

einfach in das Pax-orientierte Modell integriert werden (z.B. Einbezug über Pax-Äquivalente würde Ergebnisse zu stark verfälschen). Zudem sind Informationen zum Frachtmarkt sehr schwer zugänglich (Verweis auf Geschäftsgeheimnis). Eine Modellerweiterung im Frachtbereich kann in dem Projektrahmen nicht erfolgen, es müssten neue Module/Informationen (Preise, Preiselastizitäten etc.) zusätzlich im Modell implementiert werden.

- Der Anteil der Fracht wird in die Modellanalyse nicht einbezogen. Vielmehr erfolgt eine kurze qualitative Einschätzung.
- Anteil Business Aviation und andere Flugtypen:
 - Die anderen Flugtypen (v.a. Business-Aviation) machen an den Landesflughäfen 8% der Bewegungen und 0,2% bei den Passagieren aus. Bei den Personenkilometern liegt der Anteil noch deutlich geringer, da ein Großteil der Bewegungen im europäischen Raum stattfindet.
 - Da auch für die Business-Aviation andere Produktionsmodelle und Reaktionsparameter berücksichtigt werden müssten, wurde entschieden, dieses Element ebenfalls nicht in die Modellberechnungen einzubeziehen. Es erfolgt ebenfalls eine kurze qualitative Analyse.
- Anteil andere Flugplätze:
 - Die anderen Flugplätze (v.a. Regionalflugplätze) machen 5% bei den gesamten Bewegungen und 1% bei den gesamten Passagieren aus. Bei den Personenkilometern liegt der Anteil entsprechend ebenfalls tief.
 - Da sich die früheren Studien auf die Landesflughäfen bezogen haben und der Einbezug der Regionalflughäfen eine zusätzliche Differenzierung in der Modell-Logik erfordern würde, wurde beschlossen, dieses Element nicht zu berücksichtigen. Auch hier erfolgt eine qualitative Bewertung. Dabei wird dann berücksichtigt, dass die Regionalflugplätze eine andere Produktionsstruktur aufweisen als die Landesflughäfen und daher Wirkungen auf Wertschöpfung und Beschäftigung leicht anders ausfallen.

3.3. Annahmen zum Wertgerüst

Für die betrachteten Szenarien müssen die Annahmen sowohl zur Referenzentwicklung der Ticketpreise als auch zum Preis der CO₂-Zertifikate im EU EHS (EUA) und von internationalen Offsets aktualisiert werden.

Ticketpreise und Durchschnittserlöse

In den Vorgängerstudien (Infras 2009 und 2011) wurde für die Festlegung der Ticketpreise im Referenzszenario (ohne CO₂-Preis) auf Angaben der Lufthansa (inkl. SWISS) zu den durchschnittlichen Erlösen pro Sitzplatzkilometer zurückgegriffen. Diese basierten auf dem Jahresbericht 2007 der Lufthansa, der diese Werte differenziert nach Weltregionen darstellt. Die Werte wurden auf die betrachteten Ölpreis-Szenarien angepasst.

Für ein Update der Berechnungen ist zu überprüfen, ob sich die Kostenstruktur der Airlines bzw. die Erlössituation nach Weltregionen verändert hat. Daher wurde der Jahresbericht 2014 der Lufthansa ausgewertet und die neuen Ergebnisse mit denen des Jahres 2007 verglichen.

Dabei wurden folgende Entwicklungen deutlich:

- Der Vergleich der Kostenstruktur in Tabelle 5 macht deutlich, dass die Anteile der Treibstoffkosten und Gebühren an den gesamten betrieblichen Aufwendungen im Jahr 2014 im Vergleich zu 2007 deutlich angestiegen sind. Zwischenzeitig war der Mineralölpreis deutlich gestiegen, für die Kostenstruktur 2015 dürfte dies schon wieder anders aussehen (Jahresbericht 2015 liegt aber leider noch nicht vor).
→ Die höheren Kosten bei Treibstoff und Gebühren schlagen sich auch in höheren Ticketpreisen im Referenz-Szenario wieder. Dies wirkt sich wiederum auf die Anreizwirkung eines zusätzlich eingeführten CO₂-Preises aus, der bei hohen Ticketpreisen relativ weniger ins Gewicht fällt und somit zu geringeren prozentualen Auswirkungen auf der Nachfrageseite führt. Diese leicht unterschiedliche Ausgangslage ist bei der Interpretation der Ergebnisse und dem Vergleich mit den Vorgängerstudien zu berücksichtigen.

Tabelle 5: Vergleich Kostenstruktur der Lufthansa Passage Airline Gruppe (Operative Aufwendungen, in Mio. EUR)

	2007	in %	2014	in %
Treibstoff	3378	21%	6294	27%
Gebühren	2886	18%	5011	21%
anderer Materialaufwand	3006	19%	3856	16%
Personal	2959	18%	4237	18%
Abschreibungen	822	5%	1140	5%
Sonstiger betriebl. Aufwand	2991	19%	3097	13%
Summe betriebliche Aufwendungen	16042		23635	
zugrundeliegender Ölpreis				
Jet Fuel (Kerosin), in USD/t	1.124		908.1	
Brent (Mineralöl), in USD/bbl	74		99.4	

- Auch die Verkehrserlöse¹⁹ nach Weltregionen haben sich seit 2007 verändert. Dies wirkt sich, im Vergleich zu den Vorgängerstudien, wiederum auf veränderte Ticketpreise im Referenzszenario. Bereits im Geschäftsjahr 2007 der Lufthansa lagen die Verkehrserlöse pro Sitzplatzkilometer für Flüge im europäischen Raum deutlich über denen von internationalen Flügen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei diesen Kurzstreckenflügen die fixen Kostenelemente (Gebühren, Kosten Bereitstellung Infrastruktur etc.) stärker ins Gewicht fallen, was sich in höheren Ticketpreisen (pro km) und somit auch in höheren Erlösen widerspiegelt (vgl. zu den Ticketpreisen auch Kapitel 4.2). Diese Differenz zwischen den Verkehrserlösen Europa und Rest der Welt ist weiter gestiegen (von ca. Faktor 2 in 2007 auf Faktor 4 in 2014). Dies ist einerseits vermutlich auf steigende Gebühren in Europa andererseits auf steigende Konkurrenz in den anderen Weltregionen (v.a. aus der Golfregion, siehe Lufthansa 2015) zurückzuführen.
- Da sich die unterschiedlichen Verkehrserlöse nach Weltregionen im Modell SECAN-ET auch in unterschiedlichen Ticketpreisen niederschlagen, differenzieren sich auch die Ticketpreise im Referenzszenario weiter. Gegenüber 2007 steigen die Ticketpreise für Kurzstreckenflüge/Europa (Cluster 1-3) an, für Interkontinentalflüge (Cluster 4 und 5) sinken sie. Auch diese veränderte Ausgangslage im Vergleich zu den Vorgängerstudien ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen.

**Tabelle 6: Vergleich Verkehrserlöse nach Weltregionen
(Erlös/verkauften Sitzplatzkilometer (VSK) in Euro)**

	Verkehrserlöse / VSK 2007	Verkehrserlöse / VSK 2014
Europa	0.18	0.2
Amerika	0.07	0.05
Asien/Pazifik	0.08	0.05
Nahost/Afrika	0.09	0.05

EUA-Preis

Da die Rahmenbedingungen für das EU EHS nach 2020 (Handelsperiode IV) aktuell noch nicht festgelegt sind, sind die Preisprognosen für EUA mit Unsicherheiten behaftet. Eine Recherche relevanter Energieszenarien sowie Prognosen von Analysten zeigt folgende Aussagen:

- Nitsch (2016): Energieszenarien nach COP21: für ambitionierte Umsetzung des Paris-Abkommens wäre CO₂-Preis von 40-50 €/t notwendig

¹⁹ Definition Verkehrserlöse: Erlöse aus dem reinen Flugbetrieb. Dazu zählen Umsätze, die im Passagier- und Frachttransport und mit damit zusammenhängenden Nebenleistungen erzielt wurden (Glossar Lufthansa Geschäftsbericht 2014).

- Enerdata (2015): Im Szenario COPEC GHG (Referenzszenario, in dem EU ihr 40% THG-Reduktionsziel erfüllt) liegt EUA-Preis in 2030 bei 71 €/t. Im Szenario COPEC Target (auch Effizienzziel und Ziel für den Anteil Erneuerbarer Energien wird erfüllt) liegt CO₂-Preis bei nur 10€/t in 2030. Bei Umsetzung der Market stability reserve im COPEC GHG steigt CO₂-Preis um 15€/t gegenüber Referenz, also ca. auf 85 €/t.
- Thomson Reuters (2016): In einer Analyse möglicher Preispfade wird ein Mittelwert von €10/t in 2020 und €26/t CO₂ in 2030 erwartet.

Die EU Kommission verwendet in ihren aktuellen Impact Assessments einen EUA-Preis von 10 €/t in 2020 und 35€/t in 2030 (z.B. Impact Assessment zur Einführung eines global market based measure, SWD (2013) 430 final). Auch in Empfehlungen für die stationären Anlagenbetreiber im Bereich „Monitoring and Reporting Regulation“ werden diese Preisprognosen verwendet.

Die Aussagen zur Entwicklung der EUA-Preise gehen relativ weit auseinander, Ergebnisse aus Energieszenarien führen zu deutlich höheren Angaben als aktuelle Prognosen von Analysten oder der Europäischen Kommission. Es wurde festgelegt, eher den Angaben von Marktakteuren zu folgen, die recht nahe bei den Prognosen der Europäischen Kommission liegen.

→ Annahmen für diese Studie: 10 Euro/t CO₂ in 2021, 35 Euro/t CO₂ in 2030.

Zudem soll zum CO₂-Preis eine Sensitivitätsanalyse erfolgen, da im parallel laufenden Vorhaben zum stationären Bereich höhere CO₂-Preise verwendet wurden (50 CHF/t CO₂ in 2030 im Rahmen des EU EHS, Sensitivität „hoher CO₂-Preis“).

Preis internationale Offsets

In diesem Segment sind Preisprognosen mit noch höheren Unsicherheiten behaftet als auf EU-Ebene. Insbesondere durch das internationale Klimaabkommen von Paris werden Entwicklungs- und Schwellenländer mittelfristig bis 2030 auch stärker in die Verantwortung genommen und werden deswegen ihre Reduktionspotentiale selbst nutzen wollen. Unter der Annahme, dass alle Länder die Vorgaben des Paris Abkommens bis 2030 weitgehend umsetzen, wird die Nachfrage nach internationalen Offsets deutlich steigen und das Angebot gleichzeitig knapper werden. Unter dieser Annahme wird sich der Preis internationaler Offsets langfristig jenem im EU EHS angleichen. Es ist aber auch möglich, dass die Vorgaben des Paris Abkommens nicht von allen Ländern umgesetzt werden und der Preis internationaler Offsets bis 2030 auf niedrigem Niveau bleibt.

Bisher liegen folgende Prognosen zur Entwicklung der internationalen Offset-Preise vor:

- International Energy Agency (wird auch von ICAO verwendet): High scenario nach IEA: 20 \$/tonne in 2020, 33 \$/t in 2030; Low scenario nach IEA: 8 \$/t in 2020, 15 \$/t in 2030.
- Die ICAO (2016) verwendet zudem ein zusätzliches niedriges Preis-Szenario: 6 \$/t in 2020, 10 \$/t in 2030
- Für die Fortsetzung unter geltenden Rahmenbedingungen (ohne ambitionierte Umsetzung des Paris Abkommens) können Future-Preise für CER berücksichtigt werden. CER für 2020 werden aktuell an der EEX am Terminmarkt für unter 1 €/t gehandelt.

Der Preis für internationale Offsets 2021 und 2030 kann aktuell nur unter großen Unsicherheiten bestimmt werden und hängt ganz zentral von der Umsetzung des Paris-Abkommens ab. Es wird daher für diese Studie ein recht breites Preisband verwendet, das aber auch an der oberen Bandbreite deutlich unter dem EUA-Preis liegen sollte:

- 2021: 5 €/t CO₂ bis 10 €/t CO₂
- 2030: 10 €/t CO₂ bis 20 €/t CO₂

Für die Berechnungen zum ICAO GMBM in 2030 wird ein CO₂-Preis von 20 Euro/t berücksichtigt.

Entwicklung Ölpreis

Für die Festlegung der Ticketpreise im Referenzfall ohne CO₂-Preis sind zudem Annahmen zur Entwicklung des Ölpreises zu treffen. Dieser spiegelt sich ziemlich direkt in der Kostenstruktur der Airlines nieder und wirkt sich auf die Ticketpreise aus. Hier sind Prognosen ebenfalls ungewiss, da seit Beginn des Jahres 2015 ein deutlicher Preisverfall zu verzeichnen ist. Daher kommt hier ein Preisband zum Einsatz, das im Rahmen einer Sensitivätsbetrachtung berücksichtigt wird:

- Hauptannahme: konstanter Ölpreis von 50 USD/barrel, um Vergleichbarkeit zu den Vorgängerstudien zu gewährleisten.
- Sensitivität hohes Ölpreis-Szenario: Im parallel durchgeführten Vorhaben zum stationären Bereich wurden verschiedene Prognosen ausgewertet und eine Prognose der EU als Anknüpfungspunkt ausgewählt. Danach entwickelt sich der Ölpreis wie folgt: 115 USD/barrel in 2021, 121 USD/barrel in 2030. Dieser Ölpreis ist aus heutiger Sicht als obere Bandbreite zu verstehen.

3.4. Überprüfung der Annahmen zu Preiseffekten eines EHS

Die Auswirkungen eines CO₂-Preises für den Luftverkehr hängen stark davon ab, wie die Betreiber die CO₂-Preise an die Passagiere weitergeben (Überwälzung) und wie diese wiederum auf den Preisanstieg reagieren. Die theoretischen Hintergründe dazu sind in Infras (2009) dargestellt. Auf Basis der neu verfügbaren Literatur wurden die bisherigen Annahmen überprüft und aktualisiert.

3.4.1. Annahmen zur Überwälzung

In den Vorgängerstudien (Infras 2009 und 2011) wurde davon ausgegangen, dass die Betreiber die effektiven zusätzlichen Kosten durch ein EHS oder eine äquivalente Maßnahme weitgehend an die Passagiere überwälzen. Es wurde jedoch argumentiert, dass aus Wettbewerbsgründen ein Anreiz besteht, einen Anteil der Kosten durch Einsparungen/Optimierungen in anderen Bereichen zu absorbieren, so dass nur von einer Kostenüberwälzung von 90% der effektiven Kosten ausgegangen wurde. Eine Überwälzung der Opportunitätskosten²⁰ wurde in den Vorgängerstudien nicht berücksichtigt.

Die neu gesichteten Studien enthalten teilweise Annahmen zur Überwälzung der Kosten, teilweise beziehen sie dabei erste empirische Befunde ein:

²⁰ Zu Beginn des Einbezugs des Flugverkehrs in das EU EHS wird dem Flugverkehr ein Grossteil der Zertifikate kostenlos zugeteilt. Diese kostenlos zugeteilten Zertifikate stellen für die Fluggesellschaften keine effektiven Kosten dar. Jedoch wird mit den Zertifikaten ein Vermögenswert übertragen, den die Fluggesellschaften bei ihrer Grenzkostenbildung mitberücksichtigen könnten. Schliesslich ist bei jeder zusätzlichen Produktionseinheit zu berücksichtigen, dass dafür ein Zertifikat notwendig ist, welches alternativ auf dem CO₂-Markt verkauft werden könnte (Sijm et al. 2005). Für eine vertiefte Diskussion zur Überwälzung der Opportunitätskosten siehe Infras und CE Delft (2016).

Tabelle 7: Übersicht Annahmen zur Überwälzung

Studie	Überwälzung effektive Kosten	Überwälzung Opportunitätskosten
Impact Assessment EU KOM (2013)	Es wird davon ausgegangen, dass effektive Kosten voll überwälzt werden.	Werden nicht berücksichtigt.
AviClim (2015)	Unterschiedliche Szenarien zur Überwälzung der effektiven Kosten, kombiniert mit Annahmen zu Elastizitäten.	Werden nicht berücksichtigt.
CE Delft (2012): Costs and Benefits of stopping-the-clock	Effektive Kosten werden mit Bandbreite 50-100% berücksichtigt (jedoch bezogen auf Routen, die nach stop-the-clock nicht mehr betroffen sind und somit windfall profits generieren)	Opportunitätskosten mit Bandbreite 50-100% berücksichtigt
ICAO (2013): Report of the Assessment of market-based measures	Kostenüberwälzung von 100% (Sensitivität: 50%).	Keine Differenzierung in effektive und Opportunitätskosten, vermutlich beziehen sich die Annahmen nur auf die effektiven Kosten.
Sandbag (2013)	Enthält Angaben zum Umgang der Airlines mit EU ETS: Ryan Air Aufschlag von 0,25€/pax/flight gegenüber effektiven Kosten von 0,13€/pax/flight.	
Infras und CE Delft (2014)	Effektive Kosten werden voll überwälzt	Unterschiedliche Szenarien zur Überwälzung der Opportunitätskosten

Insgesamt wird deutlich, dass ein Großteil der Studien davon ausgeht, dass die effektiven Mehrkosten weitgehend überwälzt werden. Eine Überwälzung der Opportunitätskosten scheint im Luftverkehrsmarkt jedoch, anders als im Bereich der stationären Anlagen²¹, kurzfristig nur schwer möglich zu sein. Daher wird für die Modellberechnungen mit dem Modell SE-CAN-ET festgelegt, dass die effektiven Mehrkosten zu 100% überwälzt werden (statt bisher 90% in den Vorgängerstudien), die Opportunitätskosten hingegen nicht berücksichtigt werden.

3.4.2. Annahmen zu Nachfragereaktionen

Für die Studie Infras (2009) wurden verfügbare Literaturquellen mit Angaben zu Preiselastizitäten im Luftverkehr ausgewertet. Die Elastizitäten wurden im Vergleich dargestellt und an einem Expertenworkshop diskutiert. Dabei wurde deutlich, dass die bestehenden Studien zu stark unterschiedlichen Ergebnissen kommen und für die Berechnungen ein Mittelwert aus den gesichteten Studien sinnvoll erscheint. Daher wurden die folgenden Elastizitäten berücksichtigt:

²¹ Für den Bereich der stationären Anlagen wurde nachgewiesen, dass ein Teil der Opportunitätskosten überwälzt werden kann, vgl. z.B.

CE Delft (2010): Does the energy intensive industry obtain windfall profits through the EU ETS? An econometric analysis for products from the refineries, iron and steel and chemical sectors.

Point Carbon (2008): EU ETS Phase II – The potential and scale of windfall profits in the power sector.

CE Delft (2016): Calculation of additional profits of sectors and firms from the EU ETS

- Freizeit-Segment: für Kurzstreckenflüge/Europa eine Preiselastizität von -1,2, für Interkontinentalflüge von -1,0
- Business-Segment: deutlich unflexiblere Nachfrage mit Elastizitäten von -0,5 für Kurzstrecke/Europa und -0,4 für Interkontinentalflüge.

Obwohl die Preiselastizitäten im Bereich Low-cost und Network carrier deutlich unterschiedlich sind, wurden sie in den Vorgängerstudien nicht differenziert abgebildet. Da auch das Mengengerüst nicht in Low-cost/network carrier differenziert ist, erschien dies nicht sinnvoll. Vielmehr enthalten die verwendeten Preiselastizitäten einen Abschlag von -0,1 um den höheren Preisreaktionen im Low-cost Segment Rechnung zu tragen.

Die neu gesichteten Studien liefern gegenüber den Recherchen von 2009/2011 kaum neue Erkenntnisse, da auch hier meist auf ältere Literatur zurückgegriffen wird:

- Lu (2009): The implications of environmental costs on air passenger demand for different airline business models: verwendet in den Berechnungen die Preiselastizitäten aus Gillen (2004), die bereits in der Vorgängerstudie (Infras 2009) berücksichtigt wurden.
- AviClim (2015) führt auf, dass die Aussagen zu Preiselastizitäten weit auseinandergehen. In der Analyse werden dann drei pragmatische Szenarien für die Elastizität verwendet, um die gesamte Bandbreite aufzuzeigen. Starre Nachfrage mit Elastizität = 0, unterproportionale Anpassung mit Elastizität von -0,8, überproportionale Anpassung mit Elastizität von -2,2. Es erfolgt keine Differenzierung in die verschiedenen Segmente.
- Die Studien der EU KOM sowie der ICAO beruhen auf Berechnungen mit dem Modell AERO-MS. Gemäß uns vorliegenden Modellbeschreibungen sind die Elastizitäten im Modell AERO-MS gut mit denen der INFRAS-Vorgängerstudien vergleichbar. Die Elastizitäten sind im AERO-MS nach Weltregionen unterteilt, wobei deutlich wird, dass sich Unterschiede vor allem zwischen Intra-EU und internationalen Flügen ergeben. Differenzen in den anderen Segmenten (z.B. Transatlantik vs. EU-Asien) sind weniger relevant.
- Die aktuellen Annahmen des Modells AERO-MS beruhen auf Empfehlungen der IATA von 2008, die in den Vorgängerstudien INFRAS schon berücksichtigt wurde.

Es wird deutlich, dass die Annahmen der neu gesichteten Studien zu den Preiselastizitäten keine wesentlich neuen Erkenntnisse liefern. Die Studie AviClim des DLR arbeitet mit einer Bandbreite von Annahmen, wobei die mittlere Bandbreite klar mit den bisherigen Annahmen der Vorgängerstudien vereinbar ist. Auch die Annahmen des Modells AERO-MS sind, da sie auf gleichen Grundlagen beruhen, mit den Annahmen der Vorgängerstudien vereinbar. Es scheint somit naheliegend, die Elastizitäten der Vorgängerstudien beizubehalten und damit auch die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erleichtern. Es werden somit die oben aufgeführten Elastizitäten verwendet.

3.5. Weitere Annahmen

3.5.1. Annahmen zu Wertschöpfung und Beschäftigung

Für die Berechnung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der betrachteten Szenarien wird auf die bisherige Methodik zurückgegriffen (vgl. Infras 2009). Jedoch werden neue Ergebnisse zu den Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten der Schweizer Landesflughäfen hinterlegt (vgl. BAZL 2015²²). Die Entwicklung 2008-2014 des direkten Effekts wird linear auf die hier betrachteten Jahre 2021 und 2030 fortgeschrieben.

3.5.2. Annahmen zur Effizienzverbesserung im Flottenmix

Im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit erstellt das BAZL aktuell eine Übersicht zur Entwicklung des Treibstoffverbrauchs im internationalen Luftverkehr (ICAO 2016). Dabei werden verschiedene Quellen zu Wachstumsprognosen sowie zur technologischen Verbesserung berücksichtigt. Die Analyse bezieht technische Verbesserungen bei den Flugzeugen, verbessertes Air traffic management (ATM) sowie optimierte Infrastrukturnutzung ein, um die spezifischen Emissionen im Luftverkehr zu reduzieren.

Die Analyse macht deutlich, dass der internationale Luftverkehr bis 2050 weiter deutlich wachsen wird, wie dies auch für die Schweiz im Mengengerüst dieser Studie berücksichtigt wurde. Unter Berücksichtigung der technologischen und operativen Optionen ergeben sich jedoch Verbesserungen der spezifischen Emissionen pro Passagierkilometer. Gemäss Ergebnissen des BAZL wird davon ausgegangen, dass die jährliche Verbesserung der Treibstoffeffizienz bei 1,4% liegt.

Dieser Wert für die Effizienzverbesserung wird auf die im Mengengerüst hinterlegten Emissionsmengen der Flüge angewendet. Die vom BAZL bereit gestellten Emissionsmengen pro Flug wurden den Clustern des Mengengerüsts zugeordnet und somit spezifische CO₂-Emissionen (kg/100 pkm) ermittelt. Die Ergebnisse pro Cluster sind in folgender Tabelle dargestellt.

²² Volkswirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt Schweiz 2014, Update zum luftfahrtpolitischen Bericht, Infras im Auftrag Bundesamt für Zivilluftfahrt, 2015 (grobe Aktualisierung).

Tabelle 8: Spezifische Emissionsmengen (kg CO₂ pro 100 pkm) in den betrachteten Clustern

	2014	2021	2030
Cluster 1: EU Flüge			
Gruppe 1 (< 500 km)	22,49	20,38	17,95
Gruppe 2 (500-1000 km)	12,03	10,90	9,60
Gruppe 3 (> 100 km)	8,64	7,82	6,89
Cluster 2: Interkontinentale-Flüge ohne Hub			
4 Non-EWR Europa	10,46	9,48	8,35
4 Afrika	10,64	9,64	8,49
4 Middle/Near East	12,73	11,54	10,16
4 North America	9,68	8,77	7,72
4 Central/South America	7,56	6,85	6,03
Cluster 3: Interkontinentale-Flüge mit Hub²³			
5 Asia	13,37	12,12	10,67
5 North America	11,25	10,20	8,98
5 Central/South America	13,11	11,88	10,46
Total			

3.6. Übersicht der Annahmen und Sensitivitäten

Die Annahmen für die Berechnung der neuen Szenarien sind in folgender Tabelle zusammenfassend dargestellt:

²³ Reine Frachtflüge wurden im Mengengerüst nicht berücksichtigt.

Tabelle 9: Übersicht Annahmen

	Bisherige Annahmen	Annahmen 2016
Preis EUA	INFRAS (2009) und (2011): 2012: 15 €/t 2020: 20 €/t	2021: 10 €/t 2030: 35 €/t Sensitivitätsbetrachtung 2030 in Anlehnung an die Studie Ecolplan (2016) zum stationären Bereich: 50 CHF/t (entspricht knapp 45€ bei Wechselkurs 1.1 CHF/EUR).
Preis internationale Offsets	INFRAS (2009) und (2011): 2012: 10 €/t 2020: 15 €/t	Für Szenarien Linking und äquivalente Massnahmen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2021: Preisband von 5-10 €/t ▪ 2030: Preisband von 10-20 €/t: Für Nebenszenario (ICAO-GMBM) 2030: Bandbreite von 10-33 USD/t → 20 €/t
Ölpreis	INFRAS (2009): Hauptszenario: 50 USD/Barrel Sensitivität: 200 USD/Barrel	Es werden zwei Ölpreis-Szenarien berechnet: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hauptannahme: Niedriges Ölpreisszenario mit konstantem Wert von 50 USD/barrel, auch um vergleichbares Szenario zu den Vorgängerstudien zu zeigen. ▪ Sensitivität: Hohes Ölpreis-Szenario mit Annahmen entsprechend der Ecolplan-Studie für die stationären Anlagen: 115 USD/barrel in 2021, 121 USD/barrel in 2030.
Kostenüberwälzung	90% der effektiven Kosten Keine Überwälzung der Opportunitätskosten	100% Überwälzung der effektiven Kosten
Preiselastizitäten	Leisure-Flüge: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurzstreckenflüge/Europa: -1,2 ▪ Interkontinental: -1,0 Business-Flüge <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kurzstreckenflüge/Europa: -0,5 ▪ Interkontinental: -0,4 	Preiselastizitäten werden beibehalten, da keine wesentlichen neuen Erkenntnisse dazu vorliegen. Beibehaltung der Annahmen erleichtert auch Vergleichbarkeit der Ergebnisse.
Technologische Verbesserung	1,5% Verbesserung der Flotteneffizienz pro Jahr für Neuflugzeuge. Unter Berücksichtigung des Flottenmixes ergaben sich folgende Verbesserungen: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 2% Effizienzsteigerung zwischen 2007 und 2012 10% Effizienzsteigerung zwischen 2007 und 2020 	1,4% Effizienzsteigerung über gesamten Flottenmix (Angaben BAZL)

Aus den Darstellungen zu den Szenarien und Annahmen wird deutlich, dass zu einigen Eckwerten Sensitivitätsbetrachtungen notwendig sind. Diese Sensitivitätsbetrachtungen werden für den Zeitpunkt 2030 durchgeführt, um eine Aussage zur Relevanz der Sensitivität zu erhalten.

Sensitivitäten zum Ölpreis werden jedoch für beide Zeithorizonte berechnet. Die folgende Tabelle stellt die Sensitivitätsbetrachtungen zusammenfassend dar:

Tabelle 10: Übersicht Sensitivitäten

Sensitivität	Szenario Linking		Szenario Äquivalente Massnahmen		Szenario ICAO
	2021	2030	2021	2030	2030
Sensitivität zu Cap: Absenkpfad bis 2030 gemäß Vorschlägen Phase 4 für stationäre Anlagen		✓		✓	(nicht relevant)
Sensitivität Ölpreis: hoher Ölpreis gemäß Studie Ecoplan zu stationären Anlagen	✓	✓	✓	✓	✓
Sensitivität hoher CO ₂ -Preis in 2030 (hoher EUA – Preis in Linking-Szenarien, hoher Offset-Preis für äquivalente Massnahme und ICAO-Mechanismus.)		✓ (EUA-Preis)		✓ (Offset-Preis)	✓ (Offset-Preis)
Sensitivität „Maximum Belastung“ (niedriger Ölpreis, hoher CO ₂ -Preis, ambitioniertes Cap)		✓ (zur Illustration)			

4. Auswirkungen der Szenarien

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Modellberechnungen mit dem Modell SECAN-ET dargestellt. Die Ergebnisse im Hauptteil des Berichts beziehen sich auf das **Ölpreis-Szenario 50 USD/barrel (2021 und 2030)** sowie die untere Bandbreite der CO₂-Preise (Preis EUA: 10 Euro/t CO₂ in 2021 und 35 Euro/t CO₂ in 2030, Preis für internationale Offsets 5 Euro/t CO₂ in 2021 und 10 Euro/t CO₂ in 2030). Die Ergebnisse der Sensitivitätsbetrachtungen sind im letzten Abschnitt des Kapitels zusammengefasst, alle detaillierten Ergebnisse befinden sich im Anhang.

Alle Ergebnisse beziehen sich auf die gesamte jeweils im Szenario relevante Anzahl Flugbewegungen und Passagiere (Abflüge und Landungen) an den Schweizer Landesflughäfen, wobei Abflüge und Landungen dabei entsprechend den Annahmen in Tabelle 1 über unterschiedliche Mechanismen in die Szenarien einbezogen wurden (es gilt das Abflugsprinzip). Alle anderen Indikatoren beziehen sich ebenfalls sowohl auf Abflüge und Landungen, auch wenn die Effekte sich nicht alle vollständig in der Schweiz niederschlagen. Bei den Emissionen wäre aus Sicht THG-Inventare nur jeweils die Hälfte der ausgewiesenen Emissionswirkung der Schweiz zuzuschreiben. Die Ergebnisse sind jeweils im Vergleich mit dem hypothetischen Referenzszenario dargestellt, in dem der Luftverkehr in der Schweiz bis 2030 weiterhin in keine klimapolitische Maßnahme einbezogen wird.

Das Kapitel ist in der Wirkungslogik des Modells SECAN-ET aufgebaut. Im ersten Schritt wird aufgezeigt, welche zusätzlichen Kostenblöcke durch den Einbezug in das jeweils betrachtete

System entstehen und wie sich diese in den Ticketpreisen widerspiegeln (Abschnitte 4.1 und 4.2.). Im nächsten Schritt wird gezeigt, wie sich diese Preisänderungen auf die Nachfrage und somit das Passagiervolumen und die Flugbewegungen auswirken (Abschnitte 4.3 und 4.4). Im letzten Schritt wird analysiert, welche Änderungen sich bei den Emissionen, bei Wertschöpfung und Arbeitsplätzen im Vergleich zum Referenzszenario ergeben (Abschnitte 4.5 bis 4.7).

4.1. Kostenblöcke in den betrachteten Szenarien

Durch den Einbezug in eines der betrachteten Szenarien ergeben sich für den Schweizer Luftverkehr zusätzliche Kostenblöcke. Gemäß den unterschiedlichen Vorgaben der Szenarien werden die Emissionen des Luftverkehrs „gecapt“, zudem muss in den Hauptszenarien ein Anteil der Zertifikate per Auktion erworben werden. Es entstehen somit Kosten für CO₂-Emissionen, die zusätzlich zu den bisherigen Kostenelementen (Ölpreis, Personalkosten, etc., vergleiche dazu Abschnitt 3.3) in die Kostenstruktur der Airlines eingehen. Aus Sicht der Airlines sind diese Kosten zusätzlich, hingegen müssen sie nicht mehr als externe Kosten von der Allgemeinheit getragen werden. Durch den Einbezug in ein EHS werden die externen Kosten des Luftverkehrs gemäss dem Verursacherprinzip also mindestens teilweise internalisiert und so von den Airlines getragen. Die Kostenblöcke werden jeweils im Vergleich zu den gesamten Produktionskosten der Airlines dargestellt.

Betrachtungsjahr 2021

Im Jahr 2021 sind die zusätzlichen Kostenblöcke in allen Szenarien als moderat zu bezeichnen:

- Der höchste Kostenblock entsteht im Hauptszenario „Linking full scope“. Knapp 64 Mio. CHF müssten von den Flugverkehrsbetreibern für ihren CO₂-Ausstoss bezahlt werden, was etwa 0.5 % der gesamten Produktionskosten der Airlines für die berücksichtigten Flüge (ohne CO₂-Kosten) ausmacht.
- Kommt das Hauptszenario nur im Anwendungsbereich „Linking stop-the-clock“ zur Anwendung, liegt der zusätzliche Kostenblock deutlich geringer, bei knapp 18 Mio. CHF. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in diesem Anwendungsbereich nur die Flüge in den EWR berücksichtigt werden. Der Kostenblock entspricht einem Anteil von 0.14% an den gesamten Produktionskosten der Airlines (ohne CO₂-Kosten).
- Im Szenario „äquivalente Massnahmen“ liegt der Kostenblock bei 13 Mio. CHF bei Anwendung des „stop-the-clock“-Mechanismus (0.1% der Produktionskosten) und bei 27.5 Mio. CHF bei Anwendung des „full scope“ (0.2% der Produktionskosten).
- Die Szenarien mit Anwendung des ICAO-Mechanismus wurden für 2021 nicht berechnet, da er lediglich das Wachstum ab 2020 kompensiert und somit 2021 noch kaum Wirkungen nach sich zieht.

Betrachtungsjahr 2030

Im Jahr **2030** steigen die Kostenblöcke und damit auch die Internalisierung der Kosten aufgrund der höheren CO₂-Preise (sowohl EUA als auch internationale Offsets) markant an.

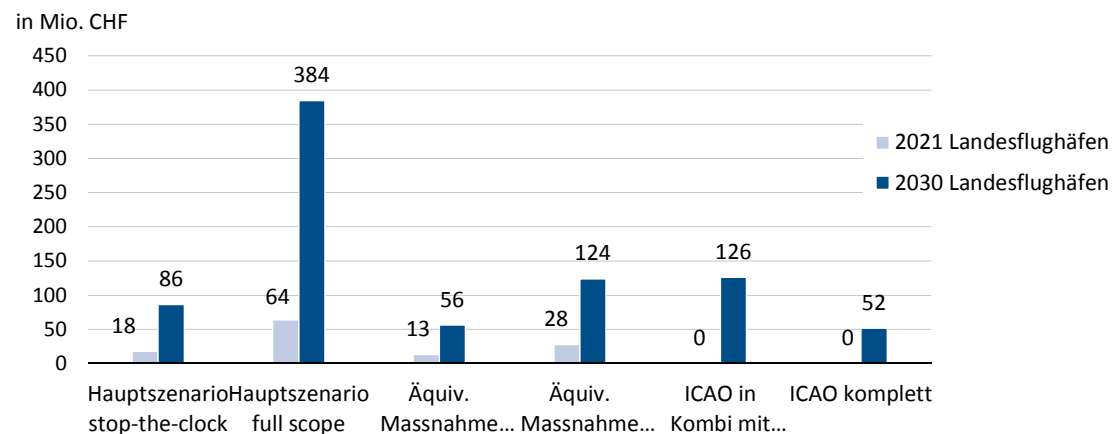
- Im Hauptszenario „Linking full scope“ betragen sie dann etwa 385 Mio. CHF bzw. knapp 2% der gesamten Produktionskosten (ohne CO₂-Kosten).
- Im Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ steigt die Kostenbelastung ebenfalls, auf 86 Mio. CHF respektive 0.4% der Produktionskosten.
- In den Szenarien mit äquivalenten Massnahmen steigt der Kostenblock auf 56 Mio. CHF bei Anwendung des „stop-the-clock“-Anwendungsbereichs und auf 124 Mio. CHF bei Einbezug der internationalen Flüge im „full scope“. Der Anstieg der Kostenblöcke 2020-2030 ist bei den äquivalenten Szenarien weniger markant als in den beiden Hauptszenarien, da sich der zugrundeliegende CO₂-Preis im betrachteten Zeitraum nur verdoppelt (von 10 auf 20 €/t CO₂), während er sich bei den EUA-Preisen mehr als verdreifacht (von 10 auf 35 €/t CO₂).
- Die Szenarien mit Anwendung des ICAO-Mechanismus wurden nur für 2030 berechnet, da die Auswirkungen des Mechanismus erst dann richtig zum Tragen kommen. Im Szenario „ICAO in Kombination mit stop-the-clock“ entsteht ein Kostenblock von 126 Mio. CHF, was knapp 0.65% der Produktionskosten ausmacht. Die Differenz von knapp 40 Mio. CHF zum Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ entsteht durch die Anwendung des ICAO-Mechanismus auf die internationalen Flüge. Die Flüge in den EWR werden in diesem Szenario gleichbehandelt, wie im Hauptszenario. Wenn der ICAO-Mechanismus hingegen im Szenario „ICAO komplett“ auf alle Flüge, auch die im EWR, angewendet wird, reduziert sich der Kostenblock auf knapp über 50 Mio. CHF (0.25% der Produktionskosten).

Die Kostenblöcke je Szenario in den Betrachtungsjahren 2021 und 2030 sind in der folgenden Tabelle sowie der Abbildung dargestellt:

Tabelle 11: Zusätzliche Kostenblöcke für die Airlines (2021 und 2030)

In Mio. CHF	2021			2030		
	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines
Referenz	0.0	13'318	0.0%	0.0	19'746	0.0%
Hauptszenario stop-the-clock	18.1	13'307	0.14%	86.2	19'694	0.44%
Hauptszenario full scope	63.7	13'224	0.48%	384.5	19'154	2.01%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	13.1	13'310	0.10%	56.1	19'712	0.28%
Äquiv. Massnahme full scope	27.5	13'481	0.20%	123.7	19'760	0.63%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	126.2	19'622	0.64%
ICAO komplett	-	-	-	51.6	19'667	0.26%

Abbildung 2: Zusätzliche Kostenblöcke für die Airlines (2021 und 2030)



Für die Interpretation der Ergebnisse sind die absoluten Zahlen nur schwer einzuordnen. Die Anteile der, im Vergleich zur Referenzentwicklung, zusätzlichen Kostenblöcke an den gesamten Produktionskosten der Airlines geben hingegen einen guten Hinweis auf die Relevanz der CO₂-Kosten: im Betrachtungsjahr 2021 liegen sie in allen betrachteten Szenarien deutlich im Nachkommabereich, im ambitioniertesten Szenario „Linking full scope“ macht der neue Kostenblock 0.5% an den Produktionskosten aus. Bis 2030 steigen die Kostenblöcke durch den hinterlegten Anstieg der CO₂-Preise deutlich an, vor allem in den Hauptszenarien für die ein Anstieg der relevanten EUA-Preise von 10 auf 35 €/t CO₂ zwischen 2021 und 2030 angenommen wird.

Im Hauptszenario „Linking full scope“ steigt der Anteil der CO₂-Kosten dann auf 2% der gesamten Produktionskosten (ohne CO₂-Kosten). Im Vergleich zu den Treibstoffkosten, die ca. 15% der gesamten Produktionskosten der Airlines ausmachen, liegen die Kostenblöcke zwar immer noch niedrig, wären aber zumindest in 2030 im Szenario „Linking full scope“ keine vernachlässigbare Größe mehr.

Vergleich der Ergebnisse mit Vorgängerstudie

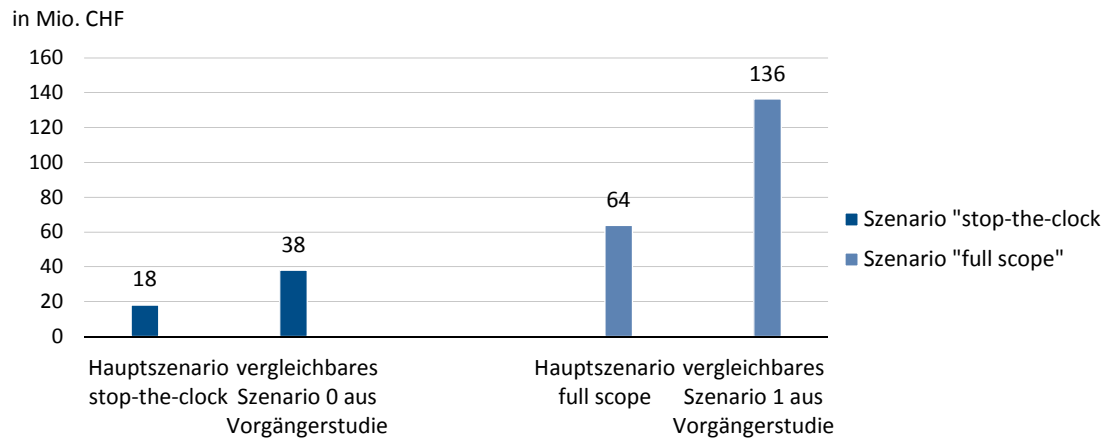
Die Berechnung der Kostenblöcke stellt den ersten Schritt in der Wirkungslogik des Modells dar. Auf dieser Ebene ist ein guter Vergleich mit der letzten Vorgängerstudie möglich. Dort betrugen die Kostenblöcke in den vergleichbaren Szenarien:

- Szenario 0 (aus 2011 Studie): dieses Szenario ist ungefähr vergleichbar mit dem aktuellen Hauptszenario „Linking stop-the-clock“, da ebenfalls die Flüge in den EWR-Raum in das EU EHS einbezogen wurden. Für 2020 wurden folgender Kostenblock ausgewiesen:
 - Mit damals verwendetem Wechselkurs: 52 Mio. CHF (mit WK von 2011)²⁴
 - Mit angepasstem Wechselkurs: 38.1 Mio. CHF (mit WK von 2016)
 - Wenn man den Kostenblock mit dem aktuellen Wechselkurs umrechnet, liegt er mit knapp 38 Mio. CHF etwa doppelt so hoch wie der Kostenblock im aktuellen Szenario „Linking stop-the-clock“ (18.1 Mio. CHF). Dies ist darauf zurückzuführen, dass damals ein doppelt so hoher Preis für die EUA angenommen wurde.
- Ein ähnliches Bild ergibt sich im Vergleich des damaligen Szenario 1 (2011), das eine Vollintegration ins EU EHS vorsah und somit mit Hauptszenario „Linking full scope“ vergleichbar ist. Dort ergab sich folgender Kostenblock:
 - Mit damals verwendetem Wechselkurs: 185.9 Mio. CHF (mit WK von 2011)²⁵
 - Mit angepasstem Wechselkurs: 136.3 Mio. CHF (mit WK von 2016)
 - Auch hier liegt der Kostenblock in der Vorgängerstudie (136.3 Mio. CHF) etwa 50% höher als im aktuellen Hauptszenario „Linking full scope“ mit einem Kostenblock von 63.7 Mio. CHF.

Der Vergleich zwischen der aktuellen Analyse (Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ und „Linking full scope“) und den relevanten Szenarien der Vorgängerstudie (Infras 2011) ist in folgender Abbildung dargestellt.

²⁴ In der Studie Infras 2011 wurde ein Wechselkurs von 1.5 CHF/EURO unterstellt, in der aktuellen Analyse wird ein hingegen ein WK von 1,1 CHF/EURO angenommen.

²⁵ In der Studie Infras 2011 wurde ein Wechselkurs von 1.5 CHF/EURO unterstellt, in der aktuellen Analyse wird ein hingegen ein WK von 1,1 CHF/EURO angenommen.

Abbildung 3: Vergleich Kostenblöcke der aktuellen Analyse mit der Vorgängerstudie

4.2. Entwicklung der Ticketpreise

Die CO₂-Preise in den betrachteten Szenarien schlagen sich, gemäß den in Kapitel 3.4.1 beschriebenen Wirkungsmechanismen (Überwälzung und Querfinanzierung) nicht nur in den Kostenblöcken der Airlines, sondern natürlich auch in den Ticketpreisen nieder (entspricht auch dem Verursacherprinzip). Es wird davon ausgegangen, dass die Airlines die zusätzlichen Kosten (effektive Kosten) zu 100% auf die Ticketpreise überwälzen. Zwischen den verschiedenen Segmenten (Business/Economy sowie Europaflüge/Interkontinentalflüge) finden jedoch Querfinanzierungen statt, weil die Airlines die internalisierten Zusatzkosten so umwälzen, dass möglichst geringe Nachfrageeffekte resultieren. Dadurch ergeben sich unterschiedliche zusätzliche CO₂-Ticketpreisaufschläge (relativ) in den betrachteten Clustern (vgl. dazu Abschnitt 3.4.1). Um die Lesbarkeit der Ergebnisse in diesem Abschnitt zu gewährleisten, wurden die CO₂-Ticketpreisaufschläge jedoch nicht pro Cluster sondern im Durchschnitt für Europa- sowie Interkontinentalflüge berechnet

Betrachtungsjahr 2021

Die Auswirkungen der Szenarien auf die durchschnittlichen Ticketpreise **2021** für Europa- sowie Interkontinentalflüge sind in Tabelle 12 dargestellt.

- Insgesamt wird deutlich, dass der Preisaufschlag für Europaflüge in allen Szenarien im Rappen-Bereich liegt. Das Verhältnis zwischen den Szenarien spiegelt dabei das Ergebnis bei den Kostenblöcken wieder, da diese vollständig auf die Ticketpreise überwälzt werden.
- Bei den Economy-Tickets beträgt der Preisaufschlag maximal 37 Rappen im Hauptszenario „Linking full scope“, bei den Business-Tickets maximal 64 Rappen. Die relativen Preiseffekte

liegen bei den günstigeren Economy-Tickets höher als bei den Business-Tickets. Der Aufschlag im Hauptszenario „Linking full scope“ liegt bei knapp 0.3% bei den Economy-Tickets im Vergleich zu knapp 0.2% bei den Business-Tickets. Im vergleichbaren Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ liegt der Preisaufschlag nur bei 24 Rappen für Economy Tickets und bei knapp 40 Rappen für Business Tickets.

- Bei den Ticketpreisen im Interkontinentalverkehr unterscheiden sich die Auswirkungen zwischen den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus und der „full scope“-Anwendung. Bei den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus ergeben sich nur sehr geringe Aufschläge, die sich aus der Querfinanzierung zwischen Europa- und Interkontinentalflügen ergeben. Bei den Economy-Tickets liegt der Preisaufschlag z.B. bei vernachlässigbaren 6 Rappen im Hauptszenario „Linking stop-the-clock“. Bei den Szenarien mit „full scope“-Anwendung liegen die Preisaufschläge entsprechend höher, bei maximal 2.80 CHF/Ticket im Hauptszenario für Economy-Tickets bzw. 5.30 CHF für Business-Tickets. Die relativen Preisaufschläge liegen jedoch auch hier weitgehend im Nachkomma-Bereich. Der höchste Aufschlag bei den Interkontinentalflügen ergibt sich bei den Economy-Tickets im Hauptszenario „Linking full scope“ mit einem Preisaufschlag von 1.2%.

**Tabelle 12: Auswirkungen der Szenarien auf die Ticketpreise 2021:
Durchschnittliche Ticketpreise Europa- und Interkontinental-Flüge (2021)**

in CHF	Ticket- preis Economy	Veränderung geg. Referenz	in %	Ticket- preis Business	Veränderung geg. Referenz	in %
Europa-Flüge						
Referenz	120.30			360.90		
Hauptszenario stop-the-clock	120.60	0.30	0.25%	361.41	0.51	0.14%
Hauptszenario full scope	120.67	0.37	0.31%	361.54	0.64	0.18%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	120.52	0.22	0.18%	361.27	0.37	0.10%
Äquiv. Massnahme full scope	120.54	0.24	0.20%	361.31	0.41	0.11%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-		-	-	
ICAO komplett	-	-		-	-	
Interkontinental-Flüge						
Referenz	228.59			685.76		
Hauptszenario stop-the-clock	228.65	0.06	0.03%	686.26	0.50	0.07%
Hauptszenario full scope	231.39	2.80	1.23%	691.06	5.29	0.77%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	228.63	0.05	0.02%	686.13	0.36	0.05%
Äquiv. Massnahme full scope	229.48	0.89	0.39%	687.60	1.83	0.27%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-		-	-	
ICAO komplett	-	-		-	-	

Betrachtungsjahr 2030

Da sich die Ticketpreis-Aufschläge parallel zu den Kostenblöcken verhalten, ergeben sich auch bei den Ticketpreisen im Betrachtungsjahr **2030** höhere Aufschläge. Für 2030 sind in allen Szenarien höhere CO₂-Preise hinterlegt, die sich bei voller Überwälzung in den Ticketpreisen wieder spiegeln.

- Es wird deutlich, dass die Aufschläge bei den Europaflügen bis 2030 ansteigen. Die höchsten Aufschläge ergeben sich auch hier im Hauptszenario „Linking full scope“ mit 1.50 CHF/Ticket für Economy-Tickets (entspricht Aufschlag von 1.25%) und 2.60 CHF/Ticket für Business-Tickets (entspricht 0.7%). Im vergleichbaren Szenario „äquivalente Massnahme full scope“ liegen die Preisaufschläge deutlich niedriger mit knapp 0.9 CHF/Ticket im Economy-Bereich und knapp 1.5 CHF/Ticket im Business-Bereich. Bei diesem Szenario ist der Anstieg der Ticketpreise zwischen 2021 und 2030 weniger markant als im Hauptszenario, da sich der CO₂-Preis für die internationalen Offsets weniger dynamisch entwickelt als der EUA-Preis (35€/EUA und 10€/Offset in 2030 im Vergleich zu 10€/EUA und 5€/Offset in 2021).
- Bei den beiden ICAO-Szenarien, die nur für 2030 betrachtet werden, liegen die Aufschläge sehr unterschiedlich: im Szenario „ICAO kombiniert mit stop-the-clock“ ergibt sich bei den Economy-Tickets ein Aufschlag von 1.25 CHF/Ticket (entspricht Aufschlag von knapp 1%), bei kompletter Anwendung des ICAO-Mechanismus jedoch nur ein Aufschlag von 0.20 CHF/Ticket (entspricht Aufschlag von 0.2%). Bei den Business-Tickets liegen die entsprechenden Aufschläge bei 2.15 CHF/Ticket im Szenario „ICAO kombiniert mit stop-the-clock“ und bei 0.35 CHF/Ticket im Szenario „ICAO komplett“.
- Bei den Interkontinental-Flügen liegen die Aufschläge wieder unterschiedlich, bei den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus ergeben sich nur geringe Aufschläge aus der Quersubventionierung, bei den Szenarien mit Anwendungsbereich „full scope“ jedoch zumindest spürbare Kostenanstiege. Der Aufschlag auf die Ticketpreise liegt hier bei 11.3 CHF/Ticket für Economy-Tickets (Aufschlag von knapp 5%) und bei 20.8 CHF/Ticket für Business-Tickets (Aufschlag von 3%). Im Vergleich des Hauptszenarios „Linking full scope“ mit der äquivalenten Massnahme „full scope“ wird auch hier eine deutlich größere Differenz ersichtlich als im Betrachtungsjahr 2021. Dies liegt an der größeren Differenz zwischen den Preisen für EUAs und internationalen Offsets.
- Da für die Interkontinentalflüge sowohl im Szenario „ICAO in Kombination mit stop-the-clock“ als auch im Szenario „ICAO komplett“ der ICAO-Mechanismus zur Anwendung kommt, liegen die relevanten Ticketpreis-Aufschläge sehr dicht beieinander. Die leicht höheren Aufschläge im Szenario „ICAO in Kombination mit stop-the-clock“ ergeben sich aus der Querfi-

nanzierung, bei der ein Teil der höheren Kosten der Europa-Flüge auf die Interkontinentalflüge übertragen wird. Der Kostenaufschlag ist jedoch in beiden Szenarien gering und liegt sowohl bei den Economy- als auch bei den Business-Tickets unter einem Prozent.

**Tabelle 13: Auswirkungen der Szenarien auf die Ticketpreise 2030:
Durchschnittliche Ticketpreise Europa- und Interkontinental-Flüge (2030)**

in CHF	Ticket- preis Economy	Veränderung geg. Referenz	in %	Ticket- preis Business	Veränderung geg. Referenz	in %
Europa Flüge						
Referenz	120.30			360.90		
Hauptszenario stop-the-clock	121.51	1.21	1.01%	362.98	2.08	0.58%
Hauptszenario full scope	121.81	1.51	1.25%	363.48	2.59	0.72%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	121.09	0.79	0.66%	362.25	1.35	0.38%
Äquiv. Massnahme full scope	121.16	0.86	0.71%	362.37	1.47	0.41%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	121.55	1.25	1.04%	363.05	2.15	0.60%
ICAO komplett	120.50	0.20	0.17%	361.24	0.35	0.10%
Interkontinental Flüge						
Referenz	228.57			685.71		
Hauptszenario stop-the-clock	228.75	0.18	0.08%	687.15	1.44	0.21%
Hauptszenario full scope	239.88	11.31	4.95%	706.50	20.79	3.03%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	228.69	0.12	0.05%	686.64	0.94	0.14%
Äquiv. Massnahme full scope	231.17	2.60	1.14%	690.96	5.25	0.77%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	230.24	1.67	0.73%	689.74	4.03	0.59%
ICAO komplett	230.09	1.52	0.66%	688.50	2.79	0.41%

4.3. Veränderungen der Passagierzahlen

Im Wirkungsmodell führen die Ticketpreis-Aufschläge zu Nachfrageänderungen im Vergleich zum hypothetischen Referenzszenario, da die Passagiere bei steigenden Kosten weniger Flüge nachfragen. Hinterlegt sind dabei differenzierte Preiselastizitäten für Economy- und Businesspassagiere sowie für Europa- und Interkontinentalpassagiere (vgl. Abschnitt 3.4.2). Die Auswirkungen der Szenarien auf das Passagiervolumen sind der zentrale Parameter in der Wirkungsanalyse, so dass die Ergebnisse in diesem Abschnitt im Detail dargestellt und interpretiert werden.

Im **Referenzszenario**, in dem der Schweizer Luftverkehr weiterhin außerhalb jeglicher Klimaschutz-Massnahmen bleibt, wächst das Passagiervolumen an den Schweizer Landesflughäfen von 46.4 Mio. Pax im Jahr 2014 auf 60.2 Mio. Pax im Jahr 2021 und auf 77.2 Mio. Pax im

Jahr 2030. Dies entspricht einem Anstieg um 30% zwischen 2014 und 2021 und um weitere 28% zwischen 2021 und 2030.

Betrachtungsjahr 2021

Durch den Einbezug in eines der betrachteten Szenarien ergeben sich in **2021** im Vergleich zum Referenzszenario nur leichte Abweichungen:

- Im Vergleich zur Referenz ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“ die größte Wirkung: Das Passagiervolumen sinkt gegenüber der Referenzentwicklung um knapp 0.3 Mio. Passagiere, dies entspricht einem Rückgang von ca. 0.5% im Vergleich zur Referenz.
- In den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus liegen die Auswirkungen deutlich niedriger: im Szenario „Äquivalente Massnahmen stop-the-clock“ sinkt das Passagiervolumen im Vergleich zur Referenz um 90'000 Passagiere (Reduktion um 0.15% ggü. Referenz) und im Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ um 120'000 Passagieren (Reduktion um knapp 0.2% ggü Referenz).
- Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich ein Verlagerungseffekt, da für die internationalen Flüge die Belastung über die äquivalente Massnahme in der Schweiz unter der Belastung im EU EHS liegt (vgl. dazu Abschnitt 3.2.1). Durch die Verlagerung ergibt sich ein Anstieg des Passagiervolumens gegenüber der Referenz um etwa 600'000 Passagiere (1% Anstieg ggü. Referenz). Aus klimapolitischer Sicht sind solche Verlagerungseffekte („carbon leakage“) allerdings unerwünscht, da sie immer ein Abweichen vom bestehenden Optimum und somit global gesehen zusätzliche Emissionen bedeuten.

Betrachtungsjahr 2030

In **2030** liegen die Auswirkungen höher. Der markante Unterschied zwischen 2021 und 2030 ist auf den stark steigenden CO₂-Preis in diesem Zeitraum zurückzuführen (35 €/EUA in 2030 ggü. 10 €/EUA in 2021 und 10€/t CO₂ in 2030 für internationale Offsets ggü. 5/t CO₂ in 2021).

- Für 2030 ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“ ein Rückgang von 1.5 Mio. Passagieren (2%) gegenüber der Referenzentwicklung 2030 (von 77.2 Mio. Pax in der Referenz auf 75.7 Mio. Pax). Auch im Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ ergibt sich ein steigender Effekt mit einem Rückgang von knapp 0.6 Mio. Passagieren (0.8%) gegenüber der Referenzentwicklung. Da im Hauptszenario die ambitionierteren Eckwerte des EU EHS sowie der stark steigende Preis für EUAs hinterlegt wird, entwickeln sich die Anreizwirkung des EHS in diesem Szenario zwischen 2021 und 2030 am stärksten (ca. Faktor 4 in der relativen Veränderung ggü. Referenz).

- In den äquivalenten Szenarien liegen die absoluten und prozentualen Reduktionswirkungen ebenfalls höher als in der Betrachtung für 2021: bei der Anwendung der äquivalenten Massnahme „stop-the-clock“ liegen die Effekte bei einer Reduktion von 0.5% bzw. einem Rückgang von knapp 0.4 Mio. Passagieren gegenüber der Referenz.
- Im Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ ergibt sich auch 2030 ein leichter Verlagerungseffekt in die Schweiz, jedoch liegt dieser aufgrund der knapp werdenden Kapazitäten an den Landesflughäfen unter dem Effekt im Jahr 2021. Der Verlagerungseffekt ist jedoch gerade noch ausreichend, um den Effekt der sinkenden Nachfrage durch Einführung des CO₂-Preises zu kompensieren.
- Die beiden Szenarien zur Anwendung des ICAO Global Market Based Mechanism (GMBM) wurden lediglich für 2030 betrachtet, da 2021 die Kostenwirkung in dem Szenario noch nahezu null betragen wird. Hier ergibt sich in der Kombination des ICAO GMBM mit dem Hauptszenario in der „stop-the-clock“-Anwendung ein Rückgang des Passagierolumens um 720'000 Passagiere (knapp 0.95%) im Vergleich zur Referenz. Im Vergleich mit dem Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ wird deutlich, dass der zusätzliche Effekt des ICAO-Mechanismus für den internationalen Verkehr recht gering ist. Es entsteht ein zusätzlicher Rückgang des Passagierolumens um knapp 130'000 Passagiere. Wenn der ICAO GMBM hingegen auf den gesamten Luftverkehr angewendet wird und die bisherigen Regelungen des EU EHS komplett ersetzt (Szenario ICAO komplett), ergibt sich ein Rückgang um lediglich 210'000 Passagiere im Vergleich zur Referenz, was deutlich weniger ist als wenn das EU EHS im „full scope“ angewendet würde.

Die Ergebnisse für alle Szenarien sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die Ergebnisse für das Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ ohne Verlagerungseffekt sind jeweils in Klammern ergänzt. In der Übersicht wird deutlich, dass die absoluten Effekte in allen Szenarien recht gering sind. Bei der relativen Betrachtung gegenüber der Referenz ergeben sich jedoch beträchtliche Unterschiede. Z.B. liegen die Reduktionswirkungen im Betrachtungsjahr 2030 zwischen knapp 0.3% im Szenario „ICAO komplett“ und 2% im Hauptszenario „Linking full scope“.

Tabelle 14: Auswirkungen der Szenarien auf die Passagierzahlen (2021 und 2030)

in Mio. PAX	2021 - Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	60.2			77.2		
Hauptszenario stop-the-clock	60.1	-0.12	-0.21%	76.6	-0.59	-0.77%
Hauptszenario full scope	59.9	-0.28	-0.46%	75.7	-1.55	-2.01%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	60.1	-0.09	-0.15%	76.9	-0.39	-0.50%
Äquiv. Massnahme full scope	60.8	0.63	1.04%	77.3	0.03	0.04%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	76.5	-0.72	-0.94%
ICAO komplett	-	-	-	77.0	-0.21	-0.27%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	60.1	-0.1	-0.23%	76.6	-0.60	-0.78%

Interpretation der Ergebnisse

- Wie erwartet sind die quantitativen Auswirkungen der betrachteten Szenarien recht gering. Die Preiseffekte durch den Einbezug des Schweizer Luftverkehrs in ein EHS (je nach Szenario EU, CH oder ICAO-Mechanismus) sind auf Grund des niedrigen CO₂-Preises sowie des hohen Anteils der kostenlosen Zuteilung (insbes. in den äquivalenten Szenarien, aber auch im EU EHS mit 15% Auktionierung des Cap) schwach. Die stärkste Wirkung ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“, in dem alle Flüge in den Anwendungsbereich des EU EHS einbezogen werden. Dieses Szenario zieht 2030 eine Reduktion der Passagierzahl von 2% gegenüber der Referenzentwicklung nach sich. Das Passagiervolumen wächst jedoch weiterhin auf 75.7 Mio. Pax (im Vergleich zu 77.2 Mio. Pax im Referenz-Szenario. Absolut gesehen sind die Auswirkungen gering. Da das Referenzszenario, zu dem die Auswirkungen analysiert werden, zwischen heute und 2030 ein erhebliches Passagierwachstum unterstellt, führt das Szenario „Linking full scope“ somit zu einer leichten Abschwächung des Wachstums. Auch unter dem ambitioniertesten Szenario wächst das Passagiervolumen im Schweizer Luftverkehr zwischen 2014 und 2030 um knapp 62% (im Vergleich zu knapp 65% im Referenzszenario ohne klimapolitische Massnahmen).
- Wie oben beschrieben gibt es nur ein Szenario, in dem es wegen der unterstellten Regelung bezüglich des Einbezugs der Interkontinental-Flüge Anreize zu Verlagerungsanreizen von der EU (Start oder Landung) in die Schweiz kommt. Dies ist das Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“, in dem für den internationalen Luftverkehr in der Schweiz die äquivalente Massnahme zum Einsatz kommt, im EWR-Raum jedoch das EU EHS. Der Effekt ist im Jahr 2021 mit 1% Zunahme bei den Passagieren deutlich größer als im Jahr 2030, da 2030 an den Landesflughäfen nur noch wenig Kapazitäten für Verlagerungen vorhanden sind (vgl. dazu

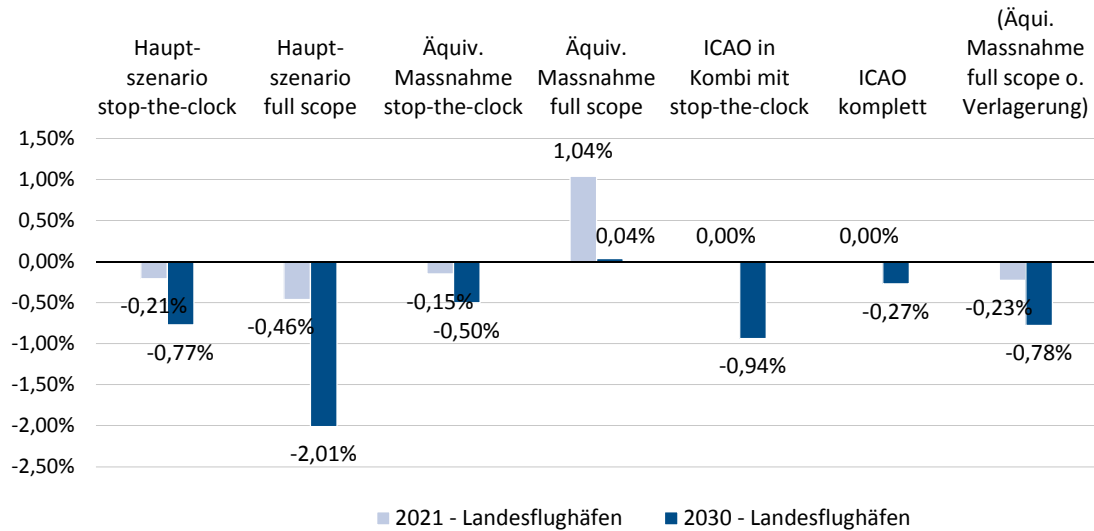
Kapitel 3.2.1). Ohne Verlagerung würde das Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ etwa ähnlich abschneiden wie das Hauptszenario „Linking stop-the-clock“. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass eine Verlagerung von Flügen in die Schweiz aus klimapolitischer Sicht kein erwünschter Effekt ist.

- Insgesamt wird deutlich, dass der Preiseffekt in den betrachteten Szenarien und der dadurch ausgelöste Nachfrageeffekt in den äquivalenten Szenarien im Vergleich mit der Referenzentwicklung weniger als halb so groß sind als in den Hauptszenarien mit einem Linking des Schweizer und EU EHS. Dies ist auf den niedrigeren CO₂-Preis sowie auf den Auktionierungsanteil von 0% bei beiden äquivalenten Massnahme zurückzuführen.
- Im Vergleich zur Vorgängerstudie (Infras 2011) liegen die Ergebnisse vergleichbarer Szenarien in der vorliegenden Aktualisierungsstudie, ähnlich wie bei den Kostenblöcken, etwa halb so hoch. Dies ist vor allem auf die veränderten Annahmen zum CO₂-Preis zurückzuführen. In der Vorgängerstudie (Infras 2011) wurde für 2020 ein EUA-Preis von 20 Euro/t CO₂ unterstellt, in der vorliegenden Aktualisierung nur noch von 10 Euro. Die Veränderungen in den anderen Annahmen (Überwälzungsanteil effektive Kosten, Effizienzverbesserungen im Flottenmix, leicht veränderte Wachstumsrate) stellen demgegenüber eine untergeordnete Wirkung dar bzw. heben sich gegenseitig auf.

Für einen besseren Vergleich der Ergebnisse 2021 und 2030 sind die Ergebnisse in folgender Abbildung dargestellt:

Abbildung 4: Auswirkungen der Szenarien auf Passagiervolumen im Schweizer Luftverkehr

in % der Passagiere des Referenzszenario



4.4. Entwicklung der Flugbewegungen

Entsprechend zum Anstieg des Passagiervolumens ist im **Referenzszenario** auch für die Flugbewegungen ein Wachstum prognostiziert (Intraplan 2015). Dabei wird für die Landesflughäfen eine engpassfreie Betrachtung unterstellt, d.h. der Luftverkehr entwickelt sich nachfrageorientiert ohne Berücksichtigung der effektiven Kapazitäten. In der Referenz wachsen die Flugbewegungen an den Landesflughäfen auf 476'135 in 2021 und 562'414 in 2030 (im Vergleich zu 467'502 in 2014).

Die Auswirkungen auf die Flugbewegungen berechnen sich im Modell SECAN-ET aus den veränderten Passagierzahlen. Grundsätzlich sind die Wirkungsrichtungen somit identisch.

Betrachtungsjahr 2021

Auch bei den Flugbewegungen ergeben sich im Jahr 2021 nur geringe Effekte im Vergleich zur Referenz (476'135 Bewegungen):

- Im Jahr 2021 ergibt sich auch bei den Bewegungen die höchste Wirkung im ambitionierten Hauptszenario „Linking full scope“ mit einem Rückgang gegenüber der Referenz um knapp 2'000 Bewegungen. Im Vergleich zur absoluten Zahl der Flugbewegungen in der Referenzentwicklung (476'000 Bewegungen) stellt dies einen Rückgang von 0.4% dar.

- Bei der Anwendung des Hauptszenarios im „stop-the-clock“-Mechanismus liegt der Effekt weniger als halb so hoch, es ergibt sich eine Reduktion von ca. 1'100 Bewegungen (etwas über 0.2%).
- Der geringste Effekt ergibt sich auch hier im Szenario „Äquivalente Massnahmen stop-the-clock“ in dem der Rückgang bei den Bewegungen gegenüber der Referenz nur 800 Flüge umfasst. Eine Zunahme gegenüber der Referenz durch Verlagerung ergibt sich auch bei den Bewegungen im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“, mit einem zusätzlichen Anstieg von 5'255 Bewegungen gegenüber dem Referenzszenario.

Betrachtungsjahr 2030

Im Jahr **2030** führen die stärkeren Rückgänge im Passagiervolumen auch zu höheren Effekten bei der Anzahl der Bewegungen im Vergleich zur Referenz (562'414 Bewegungen):

- Im Hauptszenario „Linking full scope“ ergibt sich eine Reduktionswirkung gegenüber der Referenz von knapp 11'000 Bewegungen, entsprechend zu den Passagierzahlen ein Rückgang von knapp 2% gegenüber der Referenz.
- Im Hauptszenario „Linking stop-the-clock“ liegt der Effekt wiederum halb so hoch als bei der „full scope“-Anwendung. Gegenüber der Referenz sinkt das Bewegungsvolumen um 5'300 Flüge respektive 0.94%.
- Auch bei den Bewegungen fällt der positive Effekt durch Verlagerung im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ niedriger aus als in 2021, es ergibt sich nur noch ein – klimapolitisch unerwünschter – Anstieg um etwas über 200 Bewegungen.
- Die Auswirkungen der Szenarien mit Anwendung des ICAO-Mechanismus fallen wiederum deutlich geringer aus als das Hauptszenario in der „full scope“-Anwendung. Falls der ICAO-Mechanismus für den gesamten Luftverkehr angewendet würde (Szenario „ICAO komplett“), ergibt sich eine Reduktionswirkung von lediglich knapp 1'500 Flügen gegenüber der Referenz (im Vergleich zu fast 11'000 Flügen im Hauptszenario „Linking full scope“).

Tabelle 15: Auswirkungen der Szenarien auf die Flugbewegungen: Entwicklung der Bewegungen in den Szenarien – 2021 und 2030

	2021 – Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	476'135			562'414		
Hauptszenario stop-the-clock	475'022	-1'112	-0.23%	557'112	-5'303	-0.94%
Hauptszenario full scope	474'083	-2'052	-0.43%	551'477	-10'937	-1.94%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	475'330	-805	-0.17%	558'961	-3'453	-0.61%
Äquiv. Massnahme full scope	481'389	5'255	1.10%	562'645	231	0.04%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	556'356	-6'058	-1.08%
ICAO komplett	-	-	-	560'947	-1'467	-0.26%
<i>(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	475'042	-1'093	-0.23%	557'707	-4'707	-0.84%

Interpretation der Ergebnisse

- Die Auswirkungen auf die Flugbewegungen verhalten sich fast proportional zu den im vorherigen Kapitel gezeigten Veränderungen bei den Passagierzahlen. Die Szenarien wirken leicht dämpfend auf die Anzahl Flugbewegungen. Die stärkste Wirkung ergibt sich im Szenario „Linking full scope“ mit einem Rückgang gegenüber der Referenz 2030 um 1.9% respektive um knapp 11'000 Flugbewegungen. Absolut gesehen sind die Auswirkungen gering. Da das Referenzszenario, zu dem die Auswirkungen analysiert werden, zwischen heute und 2030 ein erhebliches Wachstum der Anzahl Flugbewegungen unterstellt, führt das Szenario „Linking full scope“ somit zu einer leichten Abschwächung des Wachstums. Auch unter dem ambitioniertesten Szenario wächst die Zahl der Flugbewegungen im Schweizer Luftverkehr zwischen 2014 und 2030 um knapp 25% auf 551'477 Bewegungen (im Vergleich zu knapp 27% im Referenzszenario ohne klimapolitische Massnahmen, 562'414 Bewegungen).
- Leichte Abweichungen ergeben sich durch die in den Clustern unterschiedlich hinterlegten Flugzeugtypen und damit Gefäßgrößen.
- In den Szenarien mit Anwendungsbereich „stop-the-clock“ mit Flügen ausschließlich im EWR-Raum sind die Auswirkungen auf die Bewegungen etwas höher als die Auswirkungen auf die Passagiere, da die kleineren Flugzeugtypen weniger Flexibilität aufweisen, Veränderungen der Nachfrage aufzufangen.
- Bei den Szenarien mit Anwendung des „full scope“-Mechanismus liegen die Wirkungen gegenüber der Referenz bei den Bewegungen dagegen etwas niedriger als bei den Passagieren. Hier können große Flugzeugtypen, die heute teilweise weniger gut ausgelastet sind als im Europaverkehr, die Veränderungen in der Nachfrage flexibler auffangen.

4.5. Veränderung der Emissionen

Die Auswirkungen auf die Emissionen berechnen sich im Modell SECAN-ET direkt aus den Passagiereffekten. Für jeden Passagier ist eine Emissionsmenge (t CO₂/pkm) hinterlegt, aus der sich für die unterschiedlichen Cluster die Emissionsmengen berechnen lassen (vgl. dazu Kapitel 3.5.2). Dabei ist berücksichtigt, dass sich der Flottenmix über die Zeit verbessert und sich in den Referenzszenarien 2021 und 2030 somit Effizienzgewinne gegenüber heute ergeben (vgl. Abschnitt 3.5.2). Die dargestellten Veränderungen der Emissionen (national und international) beziehen sich sowohl auf An- als auch auf Abflüge, bei einer Bewertung aus Sicht THG-Inventare ist somit jeweils die Hälfte der Effekte zu berücksichtigen. In der Referenz wachsen die Emissionen auf 13.0 Mio t CO₂ in 2021 und 17.10 in 2030 (im Vergleich zu 9.7 Mio. t in 2014).

Betrachtungsjahr 2021

Absolut gesehen sind die Reduktionspotentiale in allen betrachteten Szenarien gering.

- Im Jahr 2021 ergibt sich im Szenario „Linking full scope“ die höchste Reduktionswirkung mit ca. 10'000 t CO₂ Minderungspotential. Dies entspricht einem Rückgang von knapp 0.7% gegenüber der Referenzentwicklung (13.0 Mio t CO₂), in der der Luftverkehr weiterhin ohne Einbezug in eine Klimaschutzmassnahme wächst.
- In den beiden Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus (Hauptszenario und äquivalente Massnahme) liegt die Reduktionswirkung bei jeweils knapp 0.1% gegenüber der Referenz (0.09% im Hauptszenario, 0.07% bei der Anwendung der äquivalenten Massnahme).
- Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich durch die Verlagerung auch ein Anstieg der Emissionen. Dieser beträgt 160'000 t CO₂.

Betrachtungsjahr 2030

- Im Jahr 2030 ergibt sich im Szenario „Linking full scope“ ein substantiellerer Reduktionsbeitrag gegenüber der Referenzentwicklung (17.1 Mio t CO₂) von ca. 0.5 Mio. t CO₂.
- In den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus bleibt der Rückgang verhältnismäßig gering mit 0.2-0.3% Rückgang gegenüber der Referenz.
- Da das Verlagerungspotential 2030 begrenzt ist, ergibt sich in 2030 ein kaum nennenswerter Anstieg der Emissionen im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“.
- In den beiden Szenarien mit Anwendung des ICAO-Mechanismus ergeben sich gegenüber der Hauptvariante „Linking full scope“ deutlich geringere Reduktionswirkungen mit einer Reduktion der CO₂-Emissionen um knapp 110'000 t CO₂ bei der Kombination des ICAO-Mechanismus mit dem „stop-the-clock“-Mechanismus des Hauptszenarios und um knapp 70'000 t CO₂ bei der Anwendung auf alle Flüge.

Die Ergebnisse für die Jahre 2021 und 2030 sind in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 16: Entwicklung der Emissionen in den Szenarien

in Mio. t	2021			2030		
	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %
Referenz	13.0			17.10		
Hauptszenario stop-the-clock	13.01	-0.01	-0.1%	17.06	-0.05	-0.3%
Hauptszenario full scope	12.93	-0.09	-0.7%	16.58	-0.53	-3.1%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	13.02	-0.01	-0.1%	17.07	-0.03	-0.2%
Äquiv. Massnahme full scope	13.18	0.16	1.2%	17.11	0.01	0.0%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	16.99	-0.11	-0.7%
ICAO komplett	-	-	-	17.03	-0.07	-0.4%

Interpretation der Ergebnisse

- Die Entwicklung bei den CO₂-Emissionen verläuft nahezu parallel zu den Entwicklungen bei den Passagierzahlen. Im Modell SECAN-ET ist für jedes Cluster eine Emissionsmenge pro Pax hinterlegt, die entsprechend bei den Clustern mit langer Flugdistanz höher ausfällt als bei den Clustern mit kurzer Distanz. Die spezifischen Emissionen pro pkm liegen jedoch auf den kürzeren Strecken höher als auf den langen.
- Entsprechend reduzieren sich die Emissionen in den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus im Vergleich zu den Passagierzahlen leicht überproportional, in den Szenarien mit „full scope“ hingegen unterproportional.
- Mittelfristig und bei steigenden CO₂-Preisen kann die Einführung eines EHS zu Effizianzanreizen über die Referenzentwicklung hinausführen. Da die Zusatzkosten aber tief sind und technische Verbesserungen meist erst längerfristig erfolgen, wird in den Modellberechnungen jedoch kein zusätzlicher Effekt unterstellt.

4.6. Folgen für die Wertschöpfung

Bei der Analyse der Auswirkungen auf die Wertschöpfung der Schweizer Luftfahrt liegt der Fokus auf den direkten und indirekten Effekten und umfasst somit nicht nur die Unternehmen auf dem Flugplatzareal (Airlines, Airports, Retail & Gastro), sondern auch die Zulieferer:

- Der direkte Effekt misst die Wertschöpfung (Umsatz minus Vorleistungen) der Unternehmen auf dem Flugplatzareal. Dabei lassen sich drei Produktionsbereiche unterscheiden: Airlines (eigentlicher Luftverkehr), Airport (Leistungen der Flugplätze inkl. Flugsicherung) sowie Retail/Gastro (Verkäufe auf dem Flugplatzareal).

- Der indirekte Effekt umfasst die Vorleistungen, welche Unternehmen von ausserhalb des Flugplatzareals an die Unternehmen des direkten Effektes liefern (z.B. Catering, Verbrauchsgüter, Uniformen, IT-Services, etc.)

Der induzierte Effekt sowie der passagierseitig katalytische Effekt werden nicht betrachtet.²⁶

Die Auswirkungen auf die Wertschöpfung verhalten sich praktisch proportional zu den veränderten Passagierzahlen, da sie sich direkt aus diesem Indikator berechnen. Die relativen Änderungen im Vergleich zum Referenzszenario sind somit identisch zu denen der Passagierzahlen. In der Referenz wächst die Wertschöpfung auf 14'117 Mio. CHF in 2021 und 18'726 Mio. CHF in 2030 (im Vergleich zu 10'875 Mio. CHF in 2014).

Betrachtungsjahr 2021

- Bei der Betrachtung der Wertschöpfung im engeren Sinne (direkter und indirekter Effekt) liegt die Reduktionswirkung im Hauptszenario „Linking full scope“ im Vergleich zum Referenzszenario bei 65 Mio. CHF (knapp 0.5% ggü. Referenz). Wie bei den anderen Indikatoren ergibt sich auch bei der Wertschöpfung im Hauptszenario „Linking full scope“ der höchste Effekt.
- In den anderen Szenarien nimmt die Wertschöpfung gegenüber der Referenz deutlich weniger ab: In den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus um 29 Mio. CHF (Hauptszenario) bzw. 21 Mio. CHF (Äquivalente Massnahme).
- Im Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ ergibt sich auch bei der Wertschöpfung durch die Verlagerung eine Zunahme im Vergleich zur Referenz, sie steigt um knapp 150 Mio. CHF zusätzlich zum Referenzszenario an.

Betrachtungsjahr 2030

Wie bei den anderen Indikatoren führen die bis 2030 weiter steigenden CO₂-Preise auch zu höheren Auswirkungen auf die Wertschöpfung:

- Im Szenario „Linking full scope“ ergibt sich bei der Wertschöpfung im engeren Sinne (direkter und indirekter Effekt) eine Reduktionswirkung um 365 Mio. CHF, was gegenüber der Referenz eine Abnahme von 2% darstellt. Dies ist die höchste Wertschöpfungsabnahme im Vergleich zur Referenz in den betrachteten Szenarien und entspricht circa dem Effekt, der sich durch einen Anstieg des Ölpreises von 50 auf 62 USD/barrel ergeben würde (unter der Annahme, dass die Airlines Ölpreis-Hedging betreiben).²⁷

²⁶ Für weitere Infos zu Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten der Schweizer Luftfahrt und zur Methodik siehe Infras (2009 und 2001) sowie BAZL (2015).

²⁷ Bei der Anpassung der Ticketpreise im Referenzfall wurde unter den verschiedenen Ölpreis-Szenarien jeweils unterstellt, dass die Airlines Ölpreis-Hedging betreiben und einen Teil der Preisschwankungen abfedern können. Es wird angenommen, dass rund die Hälfte des Ölpreis-Anstiegs auf die Ticketpreise überwälzt wird.

- In den anderen Szenarien liegen die Effekte auch 2030 deutlich niedriger, bei den beiden Szenarien mit Anwendung des „stop-the-clock“-Mechanismus bei einer Reduktionswirkung von 140 Mio. CHF (Hauptszenario) bzw. 91 Mio. CHF (äquivalente Massnahme).
- Die geringste Belastung ergibt sich im Szenario „ICAO komplett“, bei dem sich eine Reduktionswirkung zur Referenzentwicklung von knapp 50 Mio. CHF ergibt.
- Die positiven Effekte im Szenario äquivalente Massnahme „full scope“ liegen auch beim Indikator Wertschöpfung 2030 deutlich geringer, es ergibt sich noch eine zusätzliche Wertschöpfungszunahme von knapp 7 Mio. CHF.

Tabelle 17: Auswirkungen der Szenarien auf Wertschöpfung 2021 und 2030

in Mio. CHF	2021 – Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung geg. Referenz	in %	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung geg. Referenz	in %
Referenz	14'117			18'162		
Hauptszenario stop-the-clock	14'087	-29	-0.21%	18'022	-140	-0.77%
Hauptszenario full scope	14'051	-65	-0.46%	17'796	-365	-2.01%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	14'095	-21	-0.15%	18'071	-91	-0.50%
Äquiv. Massnahme full scope	14'263	147	1.04%	18'169	7	0.04%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	17'992	-170	-0.94%
ICAO komplett	-	-	-	18'113	-49	-0.27%
<i>(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	<i>14'084</i>	<i>-32</i>	<i>-0.23%</i>	<i>18'020</i>	<i>-141</i>	<i>-0.78%</i>

Auch bei der Wertschöpfung wird deutlich, dass die Auswirkungen der betrachteten Szenarien relativ gering sind. Der stärkste Effekt ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“ – hier jedoch auch erst mittelfristig bis 2030 wenn der CO₂-Preis weiter ansteigt. Im Vergleich zu anderen relevanten Kostenelementen, insbesondere Fluktuationen beim Ölpreis, sind die Effekte des Einbezugs in ein EHS klein. Gegenüber dem Ausgangszustand 2014 kann der Luftverkehr seine Wertschöpfung auch beim Einbezug in eines der EHS erheblich steigern. Auch im Hauptszenario „Linking full scope“ wächst die Wertschöpfung von 10'875 Mio. CHF in 2014 auf knapp 17'800 Mio. CHF in 2030.

4.7. Folgen für die Beschäftigung

Die Auswirkungen auf die Beschäftigung verhalten sich leicht überproportional zu den Passagierzahlen, da als Annahme hinterlegt ist, dass die Reaktion im variablen Kostensegment der Arbeitsplätze flexibler ist als bei der Wertschöpfung, in der auch fixe Kostenblöcke enthalten sind (Kapitalkosten, fixe Kosten für Basisinfrastruktur, etc.). Deshalb wird für die Reaktion der Arbeitsplätze auf Nachfrageänderungen bei den Passagieren ein Anpassungsfaktor hinterlegt (Faktor 1.1). Auch hier werden die Ergebnisse für die Betrachtungsjahre 2021 und 2030 separat dargestellt. In der Referenz wächst die Beschäftigung auf 79'762 Vollzeitäquivalente in 2021 und auf 102'455 Vollzeitäquivalente in 2030 (im Vergleich zu 61'444 in 2014).

Betrachtungsjahr 2021

- Im Jahr 2021 ergibt sich im Hauptszenario „Linking full scope“ bei der volkswirtschaftlichen Betrachtung im engeren Sinne im Vergleich zum Referenzszenario ein Rückgang um ca. 400 Vollzeitstellen auf 79'356 Vollzeitstellen (Summe direkter und indirekter Effekt). Dies entspricht einer Reduktionswirkung von ca. 0.5% im Vergleich zur Referenz.
- In den anderen Szenarien liegen die Effekte deutlich niedriger, im Hauptszenario mit der „stop-the-clock“-Anwendung bei -180 Vollzeitstellen bei der vergleichbaren äquivalenten Massnahme bei -130 Vollzeitstellen im Vergleich zur Referenz.
- Im Szenario äquivalente Massnahme „full scope“ ergeben sich durch den Verlagerungseffekt hingegen 800 zusätzliche Arbeitsplätze, da 2021 noch verhältnismäßig viele freie Kapazitäten an den Flughäfen Basel und Genf unterstellt werden und 5'255 zusätzliche Bewegungen abzuwickeln sind.

Betrachtungsjahr 2030

- Im Jahr 2030 könnte im ambitionierten Hauptszenario „Linking full scope“ die Einführung des EHS die Anzahl der Arbeitsplätze um knapp 2'300 Vollzeitstellen im Vergleich zum Referenzszenario (direkt und indirekter Effekt) zurückgehen. Dies entspricht einer Reduktionswirkung gegenüber der Referenz um 2.2%.
- In allen anderen Szenarien liegen die Beschäftigungseffekte deutlich geringer. In den Szenarien mit Anwendung des „stop-the-clock“-Mechanismus entsteht gegenüber der Referenz ein Rückgang von 870 Arbeitsplätzen (Hauptszenario) bzw. 570 Arbeitsplätzen (äquivalente Massnahme).
- Bei der Anwendung des ICAO-Mechanismus in Kombination mit stop-the-clock nimmt die Zahl der Arbeitsplätze um etwas über 1'000 Arbeitsplätzen ab, bei der umfassenden Anwendung des ICAO-Mechanismus und der Aussetzung des EU EHS nehmen die Arbeitsplätze im Vergleich zur Referenz um ca. 300 Arbeitsplätze ab.

- Bei der Beschäftigung wird deutlich, dass im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ der Reduktionseffekt durch das EU EHS höher ist als der positive Verlagerungseffekt, es ergibt sich netto ein geringer Rückgang bei den Arbeitsplätzen gegenüber dem Referenzszenario. Bei der Wertschöpfung war der Wert hingegen positiv. Dies ist auf die oben beschriebene, kurzfristig überproportionale Reaktion bei den Arbeitsplätzen zurückzuführen. Die Airlines und Flughafenbetreiber können auf einen Nachfragerückgang bei den Beschäftigten flexibler reagieren als bei anderen Kostenkomponenten, insbesondere die Basisinfrastruktur sowie die Kapitalkosten lassen sich zumindest kurzfristig nicht anpassen.

Tabelle 18: Auswirkungen der Szenarien auf Beschäftigung 2021 und 2030:

in Vollzeitäquivalenten	2021 – Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	79'762			102'455		
Hauptszenario stop-the-clock	79'580	-182	-0.23%	101'588	-867	-0.85%
Hauptszenario full scope	79'356	-406	-0.51%	100'188	-2'267	-2.21%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	79'631	-131	-0.16%	101'891	-565	-0.55%
Äquiv. Massnahme full scope	80'573	811	1.02%	102'414	-42	-0.04%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	101'401	-1'055	-1.03%
ICAO komplett	-	-	-	102'151	-304	-0.30%
(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)	79'561	-201	-0.25%	101'578	-877	-0.86%

Die Interpretation der Ergebnisse bei den Beschäftigtenzahlen ist sehr ähnlich wie die der Ergebnisse bei der Wertschöpfung. Im Betrachtungsjahr 2021 sind die Wirkungen aller betrachteten Szenarien als gering zu bezeichnen und fallen gegenüber anderen Kostentreibern (z.B. auch Anstiege in den Lohnkosten, Schwankungen des Ölpreises) nur wenig ins Gewicht. Bis 2030 nehmen die Wirkungen etwas zu, liegen in den meisten Szenarien jedoch auch weiterhin unter der Schwelle von 1% der Referenzentwicklung. Die deutlichste Wirkung ergibt sich auch bei der Beschäftigung im Hauptszenario „Linking full scope“ mit einer Abnahme der Anzahl Arbeitsplätze um 2.2% gegenüber der Referenz, womit in diesem Szenario 2030 100'188 Arbeitsplätze zur Verfügung stünden (Vergleich Referenz: 102'455). Da der Luftverkehr in der Referenzentwicklung zwischen heute und 2030 deutlich wächst, nimmt in der Referenzentwicklung auch die Zahl der Beschäftigten im Luftverkehr erheblich zu. Die Wirkung des Szenarios „Linking full

scope“ vermag diesen Trend keinesfalls zu wenden, sondern dämpft das Beschäftigungswachstum gegenüber der Referenzentwicklung etwas.

4.8. Analyse für den Flughafen Basel und weitere Segmente der Schweizer Luftfahrt

4.8.1. Analyse für Flughafen Basel nach Schweizer Verkehrsrecht

Der Flughafen Basel liegt auf französischem Boden, es werden jedoch Flüge sowohl nach Schweizer als auch nach französischem Verkehrsrecht abgewickelt. Die Mehrheit der Flüge wird nach Schweizer Verkehrsrecht abgewickelt. Da noch nicht genau geklärt ist, wie in einem klimapolitischen Regime mit Flügen am Flughafen Basel verfahren wird, soll der Flughafen Basel mit Flügen nach Schweizer Verkehrsrecht hier einzeln betrachtet werden. Die Analyse bezieht sich dabei auf das Betrachtungsjahr 2030, für das durch den Einbezug in eines der betrachteten EHS höhere Wirkungen zu erwarten sind als für das Betrachtungsjahr 2021 (vgl. Analyse für alle Landesflughäfen).

Für 2030 werden für den Flughafen Basel (nach Schweizer Verkehrsrecht) folgende Prognosen unterstellt:

- Bewegungen in 2030: 87'713 Bewegungen im Linien- und Charterverkehr, dies entspricht 16% der Bewegungen aller Landesflughäfen.
- Passagiere in 2030: knapp 19.7 Mio. Passagiere im Linien- und Charterverkehr, dies entspricht 13% der Passagiere aller Landesflughäfen.

Der leicht unterproportionale Anteil bei den Passagieren ist darauf zurückzuführen, dass in Basel ein deutlich höherer Anteil der Flüge den europäischen Raum betrifft (Cluster 1-3 sowie Cluster 4 „Non-EWR Europa“), in dem eher kleinere Flugzeugtypen zum Einsatz kommen. Das Cluster 5 (international mit Hub) ist am Flughafen Basel überhaupt nicht vertreten, nach Nordamerika sind nur Flüge an die Ostküste zu verzeichnen (vgl. Mengengerüst Basel in Tabelle 4).

Entwicklung der Kostenblöcke

Die Kostenblöcke, die in den betrachteten Szenarien zusätzlich entstehen, wurden über das separate Mengengerüst für den Flughafen Basel nach Schweizer Verkehrsrecht berechnet. Es wird deutlich, dass die Anteile bei den zusätzlichen Kostenblöcken des Flughafens Basel (an den drei Landesflughäfen gesamt) jedoch etwas höher liegen, als die Anteile der Passagiere. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Emissionen pro Passagier-km auf den Kurzstreckenflügen höher liegen als auf den Langstreckenflügen und sich somit überproportionale CO₂-Kosten auf

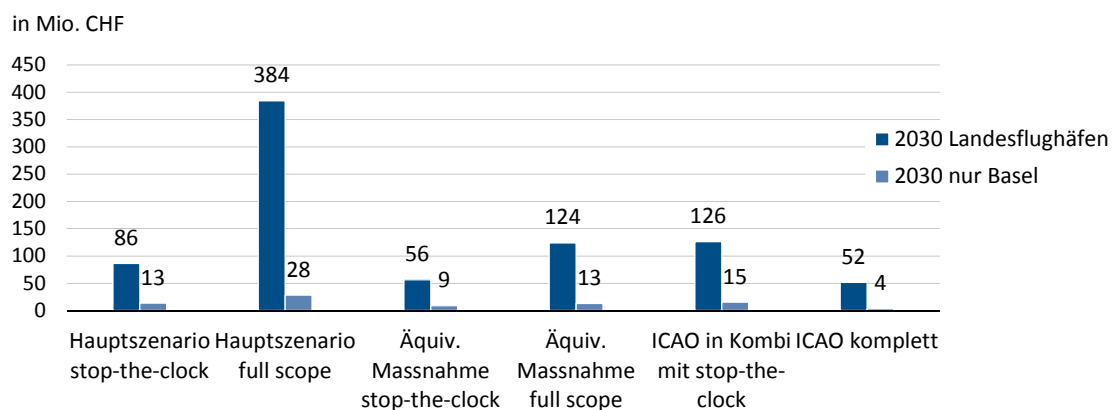
diesen Flügen ergeben. Die Kostenblöcke für den Flughafen Basel sowie die Anteile des Flughafens Basel an der Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen ist in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 19: Kostenblöcke in den Szenarien für den Flughafen Basel - 2030

in Mio. CHF	2030			
	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines	Anteil Basel an Kostenblöcken alle Landesfghf
Referenz	0.0	1'520	0.0%	
Hauptszenario stop-the-clock	13.3	1'512	0.9%	15.4%
Hauptszenario full scope	28.3	1'484	1.9%	7.4%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	8.7	1'515	0.6%	15.4%
Äquiv. Massnahme full scope	12.7	1'615	0.8%	10.3%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	15.3	1'508	1.0%	12.1%
ICAO komplett	3.8	1'515	0.3%	7.4%

Die absoluten Kostenblöcke in den Szenarien für den Flughafen Basel im Vergleich zur Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen sind zusätzlich in Abbildung 5 dargestellt:

Abbildung 5: Kostenblöcke in den Szenarien – Vergleich Basel und alle Landesflughäfen



Entwicklung der Passagiere und Bewegungen

Die folgende Tabelle zeigt die Entwicklung bei den Passagieren und Bewegungen am Flughafen Basel (Flüge nach Schweizer Verkehrsrecht) in den betrachteten Szenarien. Bei den **Passagieren** liegt der Rückgang gegenüber dem Referenz-Szenario zwischen knapp 20'000 Passagieren im Szenario „ICAO komplett“ und 160'000 Passagieren im Hauptszenario „Linking full scope“.

Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich eine deutliche Zunahme von 5.1% bei den Passagierzahlen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass der Flughafen Basel im Jahr 2030 fast den gesamten Verlagerungseffekt aufnimmt. Bei den **Bewegungen** sind die prozentualen Veränderungen gegenüber der Referenz etwas geringer, was wie in der Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen auf die hinterlegten Flugzeugtypen und deren Auslastung zurückzuführen ist.

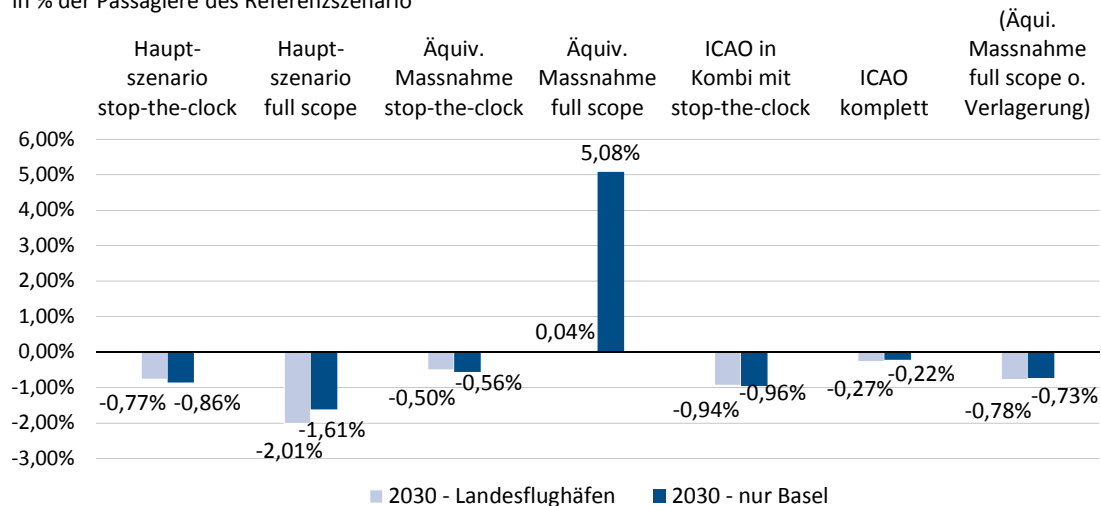
Tabelle 20: Veränderung der Passagiere und Bewegungen Flughafen Basel - 2030:

in Mio. t	2030 - Passagiere (in Mio.)			2030 - Bewegungen		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	10			87'713		
Hauptszenario stop-the-clock	9.58	-0.08	-0.9%	86'999	-714	-0.8%
Hauptszenario full scope	9.50	-0.16	-1.6%	86'489	-1'224	-1.4%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	9.61	-0.05	-0.6%	87'248	-465	-0.5%
Äquiv. Massnahme full scope	10.15	0.49	5.1%	92'078	4'365	5.0%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	9.57	-0.09	-1.0%	86'931	-782	-0.9%
ICAO komplett	9.64	-0.02	-0.2%	87'549	-164	-0.2%
<i>(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	<i>9.59</i>	<i>-0.07</i>	<i>-0.7%</i>	<i>87'131</i>	<i>-582</i>	<i>-0.7%</i>

Im Vergleich zur Gesamtbetrachtung der drei Landesflughäfen wird deutlich, dass sich die Passagierzahlen am Flughafen Basel in den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus überproportional reduzieren, während die Entwicklung in den Szenarien mit „full scope“-Anwendungsbereich unterproportional ist. Dies ist darauf zurückzuführen, dass am Flughafen Basel ein höherer Anteil der Bewegungen in die Europa-Cluster fällt und somit bei der Anwendung eines EHS mit „stop-the-clock“-Mechanismus ein höherer Anteil der Passagiere und Flüge vom EHS betroffen ist. Bei den Szenarien mit „full scope“-Anwendung verhält es sich gerade anders, in diesen Szenarien ist der Flughafen Basel über den geringeren Anteil der internationalen Flüge unterproportional betroffen. Die prozentuale Entwicklung gegenüber dem Referenz-Szenario ist in folgender Abbildung für den Flughafen Basel und die drei Landesflughäfen im Vergleich dargestellt.

Abbildung 6: Entwicklung der Passagierzahlen – Vergleich Basel und alle Landesflughäfen

in % der Passagiere des Referenzszenario



Entwicklung der Wertschöpfung, Arbeitsplätze und Emissionen

Die Berechnung der Wertschöpfung, der Arbeitsplätze und der Emissionen erfolgt im Modell SECAN-ET proportional zur Veränderung der Passagierzahlen. Die prozentualen Veränderungen gegenüber dem Referenz-Szenario sind somit weitgehend identisch zur Betrachtung der Passagiere. Ebenso sind die Anteile des Flughafens Basel an der Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen bei Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und Emissionen dieselben wie die Anteile bei den Passagiereffekten. Es ergeben sich folgende Auswirkungen:

- Gegenüber dem Referenz-Szenario liegen die Reduktionswirkung bei der Wertschöpfung (nur direkter und indirekter Effekt) zwischen 5 Mio. CHF im Szenario „ICAO komplett“ und 37 Mio. CHF im Hauptszenario „Linking full scope“. Im Szenario „Äquivalente Massnahmen“ ergibt sich ein zusätzlicher Wertschöpfungseffekt von knapp 115 Mio. CHF über die Verlagerung.
- Bei den Arbeitsplätzen liegt der Rückgang gegenüber der Referenz zwischen 30 Arbeitsplätzen im Szenario „ICAO komplett“ und 225 Arbeitsplätzen im Hauptszenario „Linking full scope“. Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ werden ca. 640 neue Arbeitsplätze geschaffen.
- Bei den Emissionen sind die Effekte kaum spürbar. Hier liegt der Rückgang bei knapp 4'000 t CO₂ im Szenario „ICAO komplett“ und 30'300 t CO₂ im Hauptszenario „Linking full scope“. Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ entstehen durch die Verlagerung zusätzliche Emissionen in Höhe von 78'500 t CO₂.

Die Auswirkungen der untersuchten Szenarien sind auch bei separater Betrachtung des Flughafens Basel als gering zu bezeichnen. Die relativen Änderungen gegenüber der Referenz liegen in der separaten Betrachtung für Basel in den „full-scope“ Szenarien tiefer als in der Gesamtbetrachtung für alle Landesflughäfen. Das Wachstum 2014 bis 2030 wird somit in Basel noch weniger gedämpft als in der Gesamtbetrachtung der Landesflughäfen.

4.8.2. Entwicklungen an den anderen Schweizer Flugplätzen

Im Mengengerüst wurden nicht nur die drei Schweizer Landesflughäfen, sondern auch alle anderen Flugplätzen (Regionalflugplätze, Flugfelder, etc.) berücksichtigt.²⁸ Da an diesen jedoch nur ein geringer Anteil des gesamten Schweizer Linien- und Charterverkehrs abgewickelt wird, werden die anderen Flugplätze nur überblicksartig betrachtet. Insgesamt machen die anderen Flughäfen im Basisjahr 2014 folgende Anteile am Markt aus:

- 3.2% an den gesamten Bewegungen im Linien- und Charterverkehr der Schweizer Flugplätze,
- 0,8% an den gesamten Passagierzahlen im Linien- und Charterverkehr der Schweizer Flugplätze. Dieses Verhältnis von Passagieren zu Bewegungen ist auf den deutlich höheren Anteil kleinerer Flugzeugtypen an den anderen Flugplätzen zurückzuführen.

Unter der Annahme, dass sich alle Parameter der Landesflughäfen auf die anderen Flugplätze übertragen lassen und sich durch die Einführung eines EHS identische Nachfragerreaktionen ergeben, würden sich an den anderen Flugplätzen in den betrachteten Szenarien nur sehr geringe Auswirkungen ergeben. Diese sind in Tabelle 21 beispielhaft für das Betrachtungsjahr 2030 aufgeführt. Bei den Passagieren ergibt sich ein Rückgang von maximal knapp 13'300 Passagieren im Hauptszenario „Linking full scope“. In den anderen Szenarien liegen die Effekte deutlich niedriger. Im Szenario „Äquivalente Massnahmen full scope“ ergibt sich keine Verlagerung, da die anderen Flugplätze für den verlagerungsrelevanten Interkontinentalverkehr keine Bedeutung haben.

Bei den Bewegungen sind die Effekte ähnlich gering, es ergibt sich maximal eine Reduktion von knapp 363 Flügen im Hauptszenario „Linking full scope“ im Vergleich zur Referenz. In den anderen Szenarien sind die Auswirkungen teilweise vernachlässigbar.

²⁸ Im Detail umfasst die Kategorie « andere Flugplätze » :Raron Heli, Zermatt, Bex, La Chaux-de-Fonds Les Eplatures, Saanen, Neuchâtel, La Côte, Sion, Gruyères, Mollis, St.Stephan, Zweisimmen, Lugano Agno, Bern-Belp, Bad Ragaz, Birrfeld, Grenchen, Fricktal-Schupfart, Locarno, Biel-Kappelen, Bressaucourt, St.Gallen-Altenrhein, Thun.

Tabelle 21: Entwicklung der Passagiere und Bewegungen – 2030 andere Flugplätze

	2030 - Passagiere			2030 - Bewegungen		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	660'934			18'650		
Hauptzenario stop-the-clock	655'850	-5'084	-0.8%	18'475	-176	-0.9%
Hauptzenario full scope	647'639	-13'295	-2.0%	18'288	-363	-1.9%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	657'623	-3'311	-0.5%	18'536	-115	-0.6%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	654'748	-6'185	-0.9%	18'449	-201	-1.1%
ICAO komplett	659'150	-1'783	-0.3%	18'602	-49	-0.3%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	655'791	-5'143	-0.8%	18'494	-156	-0.8%

Für die anderen Indikatoren verlaufen die Effekte auch bei den anderen Flugplätzen parallel zu den Entwicklungen bei den Passagierzahlen. Dabei sind jedoch folgende qualitative Betrachtungen zu berücksichtigen:

- Die Kostenblöcke fallen, wie am Flughafen Basel, in den Szenarien mit „stop-the-clock“-Mechanismus im Vergleich zu den Landesflughäfen überproportional aus. Dies ist auf den fast ausschließlichen Fokus der anderen Flugplätze auf den europäischen Flugverkehr zurückzuführen (über 99% bei den Passagieren und Bewegungen). Entsprechend fallen die relativen Auswirkungen bei den Szenarien mit „full scope“-Anwendungsbereich im Vergleich zu den Landesflughäfen deutlich unterproportional aus.
- Die Emissionen entwickeln sich parallel zu den Passagierzahlen. Da es sich um wenige Flüge mit kurzen Distanzen handelt, sind die absoluten Effekte vernachlässigbar.
- Bei Wertschöpfung und Arbeitsplätze fallen die Effekte unterproportional aus, da die Wertschöpfungs- und Arbeitsplatzintensität pro Passagier an den anderen Flugplätzen geringer sind als an den Landesflughäfen (schlankerer Betrieb der Flughäfen, geringere Bedeutung Gastro/Retail, etc.).

4.8.3. Entwicklungen außerhalb des Linien- und Charterverkehrs

Im Mengengerüst wurden zudem Flugbewegungen ausgewertet, die nicht dem Linien- und Charterverkehr zuzuschreiben sind. Dies umfasst Flugtypen wie Rundflüge, Fallschirmspringer-Flüge, Militärflüge oder auch gewerbsmäßige Flüge, soweit diese in den Anwendungsbereich des EHS fallen. Vom Anteil bei den Passagieren dürften die gewerbsmäßigen Flüge (Business-Aviation) die größte Bedeutung haben. Insgesamt haben die anderen Flugtypen folgende Bedeutung:

- Bewegungen: Bei den Bewegungen machen die anderen Flugtypen knapp 10% der gesamten Bewegungen an den Schweizer Flughäfen aus.
- Passagiere: Bei den Passagierzahlen machen die anderen Flugtypen nur knapp 0,25% aller Passagiere aus, bei den Passagier-km liegt der Anteil aufgrund des großen Anteils von Kurzstreckenflügen noch geringer.

Die Flugpreise pro Passagier lassen sich insbesondere für den Bereich der Business Aviation nur schwer beziffern, da es sich teilweise um Flugzeuge im privaten Besitz und teilweise um Leasing-/Chartermodelle handelt. Die Flugpreise liegen aber um ein Vielfaches über den Ticketpreisen im Linien- und Charterverkehr und der Preisaufschlag durch den Einbezug in eine der betrachteten EHS-Varianten ist vernachlässigbar. Da gleichzeitig davon auszugehen ist, dass die Passagiere in diesem Segment wenig preissensibel sind, wird im Bereich der „anderen Flugtypen“ kaum eine Wirkung erkennbar sein. Entsprechend wurde auch in dieser Analyse auf eine Quantifizierung der Ergebnisse verzichtet.

4.8.4. Entwicklungen im Frachtverkehr

Während sich das Mengengerüst der Vorgängerstudien ausschließlich auf den Bereich der Personenbeförderung bezog, wurde für diese Analyse zudem die Frachtbeförderung (Fracht und Post) ausgewertet. Bezogen auf die gesamt beförderte Menge (Passagiere und Fracht umgerechnet in Passagier-Äquivalente)²⁹ macht die Frachtbeförderung an den Schweizer Flughäfen knapp 8% aus. Da die Fracht in den betrachteten Szenarien ebenfalls emissionshandelspflichtig wird und ihr Anteil mit 8% der beförderten Menge nicht vernachlässigbar ist, wäre ein Einbezug in die volkswirtschaftliche Betrachtung wünschenswert.

Die Parameter in der Frachtbeförderung (Preise, Flugzeugtypen, Preiselastizitäten etc.) weichen jedoch teilweise stark von denen der Personenbeförderung ab, so dass ein Einbezug in die Modellberechnung über eine reine Umrechnung der Fracht in Passagier-Äquivalente nicht zielführend erscheint. Dies würde die Ergebnisse zu stark verfälschen bzw. die passgenaue Festlegung der anderen Annahmen konterkarieren. Da das Modell SECAN-ET kein eigenes Fracht-Modul umfasst, wurde im Rahmen dieser Analyse somit auf eine Quantifizierung dieses Bereichs verzichtet.

²⁹ 100 Fracht entsprechen einem Passagier-Äquivalent.

4.9. Sensitivitätsbetrachtungen

Um die Stabilität der Ergebnisse gegenüber den verschiedenen Annahmen zu überprüfen, wurden verschiedene Sensitivitätsbetrachtungen durchgeführt. Die Auswahl der Sensitivitäten beruht auf den folgenden Überlegungen:

- Mit der Sensitivität „hoher Ölpreis“ wird untersucht, wie sich die zusätzlichen Effekte eines CO₂-Preises bei höheren Ticketpreisen im Referenzfall auswirken. Die Anreizwirkung des CO₂-Preises wird geringer, so dass die Sensitivität „hoher Ölpreis“ als untere Bandbreite der Ergebnisse zu betrachten ist.
- Mit der Sensitivität „hoher CO₂-Preis“ wird betrachtet, wie sich eine Variation der CO₂-Preise (EUA-Preise sowie internationale Offsets) auf die Ergebnisse auswirkt. Diese Sensitivität wird mit der Sensitivität „hoher Ölpreis“ kombiniert, um die Ergebnisse im Vergleich zu den Ergebnissen des parallelen Vorhabens für den stationären Bereich (Ecoplan 2016) interpretieren zu können.
- Zudem wird mit dem Szenario „ambitioniertes Cap“ untersucht, wie sich eine Veränderung des Caps in den Ergebnissen widerspiegeln.
- Für das Hauptszenario wurde für 2030 zudem eine Maximal-Betrachtung durchgeführt, mit der eine obere Bandbreite der Ergebnisse generiert wird (niedriger Ölpreis, hoher CO₂-Preis, ambitioniertes Cap).

Die Ergebnisse (2030) der verschiedenen Sensitivitäten für den Indikator Passagierzahlen sind in der folgenden Tabelle im Vergleich dargestellt. Dabei wird in der Übersicht folgendes deutlich:

- Beim hohen Ölpreis fällt der Effekt des zusätzlichen CO₂-Preises weniger ins Gewicht, die Passagier-Zahlen gehen in allen Szenarien weniger stark zurück als in der Basisvariante mit Ölpreis 50 USD/barrel.
- Beim hohen Ölpreis kombiniert mit hohem CO₂-Preis wird der Effekt des hohen Ölpreises durch den hohen CO₂-Preis überkompensiert: die Effekte sind in allen Szenarien stärker als in der Basisvariante. Hier wird auch deutlich, dass der Effekt des hohen CO₂-Preises den positiven Verlagerungseffekt überkompensiert. Denn in dieser Sensitivität ergibt sich auch im Szenario „Äquivalente Massnahme full scope“ ein negativer Effekt.
- Ähnliche Effekte entstehen auch in der Sensitivität mit dem ambitionierten Cap: hier ergeben sich vergleichbare Wirkungen wie in der Variante Ölpreis hoch/CO₂-Preis hoch.
- In der Maximal-Betrachtung (niedriger Ölpreis, hoher CO₂-Preis, ambitioniertes Cap) ergibt sich ein Effekt, der ungefähr 50% höher liegt als in der Basisbetrachtung. Im Hauptszenario „Linking full scope“ ergibt sich ein Nachfragerückgang von etwas über 3%.

Tabelle 22: Übersicht der Ergebnisse in den Sensitivitätsbetrachtungen: Veränderung der Passagiere in den Szenarien - 2030

in Mio. PAX	"Ölpreis 50 - CO ₂ -Preis niedrig"		"Ölpreis hoch - CO ₂ -Preis niedrig"		"Ölpreis hoch - CO ₂ -Preis hoch"		"Ölpreis 50 - CO ₂ - Preis niedrig Ambitioniertes Cap"		"Maximum: Ölpreis 50 - CO ₂ -Preis hoch - ambitioniertes Cap"	
	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz
Referenz	77.2		77.2		77.2		77.2		77.2	
Hauptszenario stop-the-clock	76.6	-0.77%	76.7	-0.69%	76.5	-0.90%	76.6	-0.89%	76.3	-1.16%
Hauptszenario full scope	75.7	-2.01%	75.8	-1.81%	75.4	-2.35%	75.4	-2.33%	74.9	-3.02%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	76.9	-0.50%	76.9	-0.45%	76.7	-0.64%	76.8	-0.58%		
Äquiv. Massnahme full scope	77.3	0.04%	77.3	0.12%	77.0	-0.32%	77.2	-0.11%		
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	76.5	-0.94%	76.6	-0.84%	76.3	-1.20%				
ICAO komplett	77.0	-0.27%	77.1	-0.24%	76.9	-0.49%				
(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)	76.6	-0.78%	76.7	-0.71%	76.4	-1.15%	76.5	-0.94%		

Die folgenden Abschnitte umfassen einige Kernergebnisse zu den betrachteten Sensitivitäten. Die detaillierten Ergebnisse der Sensitivitätsrechnungen sind im Annex dargestellt.

4.9.1. Sensitivität hoher Ölpreis

In der Sensitivität „hoher Ölpreis“ wird der Ölpreis im Referenzfall variiert, statt einem Ölpreis von 50 USD wird ein höherer Ölpreis von 115 USD/barrel in 2021 und 121 USD/barrel in 2030 unterstellt. Die hohen Ölpreise schlagen sich in den Ticketpreisen wieder. Die Ticketpreise steigen zwar nicht proportional zum Ölpreis, da die Airlines verschiedene Optionen zum Ölpreis-Hedging anwenden, die Ticketpreise steigen durch den höheren Ölpreis jedoch deutlich. Die Unterschiede in den durchschnittlichen Ticketpreisen sind für das Jahr 2030 in folgender Tabelle dargestellt:

Tabelle 23: Vergleich Ticketpreise Ölpreis 50 und 121 USD/barrel in 2030: Flugpreise (Durchschnitt) in €

	bei Ölpreis 50	bei Ölpreis 121
Gruppe 1 (< 500 km)	57.1	63.5
Gruppe 2 (500-1000 km)	137.9	153.4
Gruppe 3 (> 1000 km)	295.8	328.9
4 Non-EWR Europa	100.3	111.5
4 Afrika	193.8	215.5
4 Middle/Near East	183.2	203.8
4 North America	349.4	388.6
4 Central/South America	381.8	424.6
5 Asia	385.0	428.2
5 North America	410.1	456.1
5 Central/South America	441.3	490.8

Da in dieser Betrachtung die Ausgangspreise im Flugverkehr bereits höher liegen, reduziert sich die Anreizwirkung durch den Einbezug in eines der betrachteten Szenarien.

- Die Veränderungen bei den Passagierzahlen und Flugbewegungen sind in der folgenden Tabelle dargestellt, alle weiteren Ergebnisse sind im Annex tabellarisch aufgeführt. Im Vergleich mit dem Ölpreisszenario 50 wird deutlich, dass die Reduktionswirkung der betrachteten Szenarien (ohne Szenario „Äquivalent full scope“, in dem es Verlagerungseffekte gibt) um etwa 10% niedriger liegt. Im Hauptszenario „Linking full scope“ ergibt sich in 2030 ein maximaler Rückgang bei den Passagieren von knapp 1.8%, in der Basisbetrachtung mit Ölpreis 50 lag dieser Effekt bei 2%.

- Die zusätzlichen Kostenblöcke, die bei den Airlines durch den Einbezug in eines der Szenarien entstehen, bleiben in der Sensitivität mit hohem Ölpreis identisch, im Vergleich zu den sonstigen Betriebskosten der Airlines fallen sie jedoch niedriger aus. Der maximale Anteil an den Betriebskosten liegt bei ca. 1.6% im Hauptszenario „Linking full scope“ in 2030, im Vergleich zu knapp 2% in der Basisvariante mit Ölpreis 50.
- Die Effekte auf Emissionen, Wertschöpfung und Beschäftigung fallen im hohen Ölpreis-Szenario ebenfalls niedriger aus, parallel zu den Entwicklungen bei den Passagieren.

Tabelle 24: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „Ölpreis hoch“

	2021			2030		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
VERÄNDERUNG DER PASSAGIERE IN DEN SZENARIEN - 2021 UND 2030 (in Mio. Pax)						
Referenz	60.2			77.2		
Hauptszenario stop-the-clock	60.11	-0.11	-	76.7	-0.53	-0.69%
			0.187%			
Hauptszenario full scope	60.0	-0.25	-0.42%	75.8	-1.40	-1.81%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	60.1	-0.08	-0.14%	76.9	-0.35	-0.45%
Äquiv. Massnahme full scope	60.9	0.64	1.06%	77.3	0.09	0.12%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	76.6	-0.65	-0.84%
ICAO komplett	-	-	-	77.1	-0.19	-0.24%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	60.1	-0.1	-0.21%	76.7	-0.54	-0.71%
ENTWICKLUNG DER BEWEGUNGEN IN DEN SZENARIEN - 2021 UND 2030						
Referenz	476'135			562'414		
Hauptszenario stop-the-clock	475'127	-1'007	-0.21%	557'646	-4'768	-0.85%
Hauptszenario full scope	474'277	-1'858	-0.39%	552'580	-9'834	-1.75%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	475'406	-729	-0.15%	559'309	-3'105	-0.55%
Äquiv. Massnahme full scope	481'494	5'359	1.13%	563'124	710	0.13%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	556'967	-5'447	-0.97%
ICAO komplett	-	-	-	561'095	-1'319	-0.23%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	475'132	-1'003	-0.21%	558'144	-4'270	-0.76%

4.9.2. Sensitivität hoher CO₂-Preis

Es wird hier betrachtet, wie sich ein höherer CO₂-Preis bei den EUA-Zertifikaten (50 CHF/t CO₂ in 2030 umgerechnet in Euro, relevant für die Hauptszenarien mit Linking) sowie bei den internationalen Offsets (20 Euro/t CO₂ in 2020, relevant für die äquivalenten Szenarien sowie den

ICAO-Mechanismus) auswirkt. Die Ergebnisse für die Indikatoren Passagiere und Bewegungen sind in Tabelle 25 zusammengefasst. Dabei wird Folgendes deutlich:

- Obwohl diese Sensitivität auf dem hohen Ölpreis-Szenario aufbaut, ergeben sich stärkere Effekte als in der Basisbetrachtung (Ölpreis 50 und niedriger CO₂-Preis). Im Hauptszenario „Linking full scope“ liegt der Rückgang bei den Passagieren gegenüber der Referenz bei 2.35%, im Vergleich zu knapp 2% in der Basisvariante. Auch die Effekte in den anderen Szenarien liegen in dieser Betrachtung etwas höher als in der Basisvariante.
- Da in der Sensitivität der Preis der internationalen Offsets deutlich stärker ansteigt als der EUA-Preis, ergeben sich bei den Szenarien mit Anwendung der internationalen Zertifikate (äquivalente Massnahme und ICAO-Szenarien) überproportionale Effekte. Am stärksten wirkt die Sensitivität im Szenario „ICAO komplett“ in dem der gesamte Luftverkehr (innerhalb der Schweiz, im EWR-Raum und in weitere Drittstaaten) sein Wachstum über 2020 hinaus zu Zertifikatspreisen von 20 €/t CO₂ anstatt zu 10 €/t CO₂ in der Basisvariante kompensieren muss. Der Rückgang bei den Passagieren liegt hier bei ca. 0.5% im Vergleich zu 0.27% in der Basisvariante. Im Vergleich zu den anderen Szenarien mit „full scope“-Anwendungsbereich sind die Effekte des ICAO-Mechanismus in der kompletten Anwendung jedoch immer noch gering.
- Die Kostenblöcke entwickeln sich proportional zu den höheren CO₂-Preisen, da sie sich direkt daraus ergeben. Im Vergleich zu den anderen Betriebskosten liegen die zusätzlichen Kostenblöcke jedoch weiterhin in einer ähnlichen Grössenordnung mit maximal 2.15% an den gesamten Produktionskosten der Airlines (im Vergleich: knapp 2% in der Basisvariante).
- Emissionen, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte verhalten sich proportional zu den Passagierzahlen, die detaillierten Ergebnisse sind im Annex dargestellt.

Tabelle 25: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „CO₂-Preis hoch“

	2030		
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
VERÄNDERUNG DER PASSAGIERE IN DEN SZENARIEN – 2030 (in Mio. PAX)			
Referenz	77.2		
Hauptszenario stop-the-clock	76.55	-0.69	-0.90%
Hauptszenario full scope	75.4	-1.81	-2.35%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	76.7	-0.49	-0.64%
Äquiv. Massnahme full scope	77.0	-0.25	-0.32%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	76.3	-0.93	-1.20%
ICAO komplett	76.9	-0.37	-0.49%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	76.4	-0.9	-1.15%
ENTWICKLUNG DER BEWEGUNGEN IN DEN SZENARIEN - 2030			
Referenz	562'414		
Hauptszenario stop-the-clock	556'222	-6'191.96	-1.10%
Hauptszenario full scope	549'643	-12'771.37	-2.27%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	558'009	-4'405.61	-0.78%
Äquiv. Massnahme full scope	560'673	-1'740.71	-0.31%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	554'863	-7'550.94	-1.34%
ICAO komplett	559'776	-2'637.93	-0.47%
(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	555'694	-6'720.2	-1.19%

4.9.3. Sensitivität ambitioniertes Cap

In der letzten Sensitivitätsbetrachtung wurde analysiert, wie sich eine jährliche Absenkung des Cap von 2,2% auswirkt. Dieser lineare Absenkpfad könnte für den Luftverkehr entsprechend zu den diskutierten Vorgaben für den stationären Bereich implementiert werden. Dies würde in **2030** zu einem Cap von knapp 26% führen, die Emissionen der Baseline (historische Emissionen 2004-2006 im EU EHS, Bottom-up-Berechnung im CH EHS) würden um diesen Faktor gekürzt. Die Airlines müssten entsprechend einen höheren Anteil der Zertifikate kaufen, da sich ihre absolute Gratis-Zuteilung reduziert, sofern sie die gleiche Anzahl Rechte wie zu Anfang der Handelsperiode für ihre Compliance benötigen. Dieses ambitioniertere Cap wird in den Linking-Szenarien als auch in den Szenarien mit der äquivalenten Massnahme angewendet. Es sind folgende Effekte erkennbar:

- Die Effekte bei den Passagieren und Bewegungen sind in den Hauptszenarien mit Linking sowie in den Szenarien mit der äquivalenten Massnahme mit den Effekten der Sensitivität „hoher CO₂-Preis bei hohem Ölpreis“ vergleichbar. Es ergibt sich auch hier maximal ein Rückgang der Passagierzahlen um knapp 2.3% gegenüber der Referenz im Hauptszenario „Linking full scope“ In den ICAO-Szenarien wird das ambitioniertere Cap nicht angewendet, die Auswirkungen sind somit hier identisch wie in der Basisvariante.

- Die Kostenblöcke steigen in dieser Sensitivität ebenfalls bis auf 2.3% der gesamten Produktionskosten der Airlines. Es wird deutlich, dass eine Variation beim Cap ebenso wie der CO₂-Preis eine zentrale Stellschraube ist, die sich direkt auf die Kostenblöcke und die dadurch entstehenden Nachfragereaktionen auswirkt.
- Emissionen, Wertschöpfung und Arbeitsplätze entwickeln sich parallel zu den Passagierzahlen, die Ergebnisse sind im Annex dargestellt.

Tabelle 26: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „Cap ambitioniert“

2030 - Landesflughäfen			
	Absoluter Wert	Veränderung gegenüber Referenz	in %
VERÄNDERUNG DER PASSAGIERE IN DEN SZENARIEN – 2030 (in Mio. PAX)			
Referenz	77.24		
Hauptszenario stop-the-clock	76.55	-0.69	-0.89%
Hauptszenario full scope	75.44	-1.80	-2.33%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	76.79	-0.45	-0.58%
Äquiv. Massnahme full scope	77.15	-0.09	-0.11%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock			
ICAO komplett			
<i>(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	76.52	-0.72	-0.94%
ENTWICKLUNG DER BEWEGUNGEN IN DEN SZENARIEN – 2030			
Referenz	562'414		
Hauptszenario stop-the-clock	556'276	-6'138	-1.09%
Hauptszenario full scope	549'754	-12'660	-2.25%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	558'433	-3'981	-0.71%
Äquiv. Massnahme full scope	561'779	-635	-0.11%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock			
ICAO komplett			
<i>(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	556'800	-5'615	-1.00%

5. Administrativer Vollzug

Die Ausgestaltung des administrativen Vollzugs ist für die einzelnen Szenarien noch nicht im Detail klar. Bei den Linking-Szenarien hat man die genaueste Vorstellung, wie das in etwa ablaufen könnte. Der effektive Aufwand und Stellenbedarf bei der öffentlichen Verwaltung und den Luftverkehrsakteuren ist aber noch nicht genau bezifferbar.

Bei den äquivalenten Massnahmen ist schon deutlich weniger klar, wie der administrative Vollzug ausgestaltet sein wird und mit welchem Aufwand der verbunden sein wird.

Bezüglich ICAO-Szenarien (GMBM) sind noch zentrale Elemente der administrativen Ausgestaltung offen.

Im Folgenden sind entsprechend für die drei Szenariotypen (unterschiedlich lang/kurz) angedachte Vollzugsaspekte beschrieben.

5.1. Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario Linking CH EHS mit EU EHS

Zur Teilnahme verpflichtet sind in- und ausländische Betreiber von Luftfahrzeugen, die im Umfang der von ihren Flügen verursachten und im EHS abgedeckten Treibhausgasemissionen Emissionsrechte abgeben. Ausgenommen sind Flüge, die im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) starten und in der Schweiz landen und bereits im EU EHS abgedeckt sind. Führt die EU die bis 2016 befristete Einschränkung auf Flüge innerhalb des EWR weiter, würde das Schweizer EHS entsprechend nur Flüge innerhalb der Schweiz sowie von der Schweiz in den EWR umfassen. Damit wird sichergestellt, dass keine Doppelzählung der Flüge entsteht. Flüge, welche die Schweiz nur überfliegen, sind nicht erfasst. Vom Einbezug ins EHS ausgenommen sind voraussichtlich analog zum heutigen EU EHS kommerzielle Flugverkehrsbetreiber, die weniger als 243 Flüge während 4-Monats-Perioden durchführen oder weniger als 10 000 t CO₂ jährlich emittieren, sowie unter bestimmten Bedingungen nicht-kommerzielle Operators. Weitere Ausnahmen gibt es beispielsweise für die Betreiber von Rettungs- und Forschungsflügen oder für Ausbildungsflüge von Piloten.

Zum Vollzug des EHS gehört das Monitoring, die Zuteilung und Abgabe von Emissionsrechten. Dies wiederholt sich jährlich, anfänglich müssen dazu auch Konzepte eingereicht werden. Die Betreiber müssen zudem einmalig voraussichtlich im Jahr 2018 ihre Tonnenkilometer erheben, auf dieser Basis erhalten sie eine kostenlose Zuteilung. Für Betreiber wie die Verwaltung entsteht damit ein Aufwand, wobei in der Verwaltung wo immer möglich an bereits bestehenden Strukturen und IT-Systemen angeknüpft werden. Am Anfang entsteht für die Verwaltung wie auch die Betreiber ein Initialaufwand, der Aufwand im laufenden System ist im Vergleich

tiefer. Der Aufwand in einem full-scope-System ist für die öffentliche Hand grösser als in einem „stop-the-clock“-System, analog werden bei den Betreibern mehr oder weniger Flüge durch das EHS abgedeckt mit entsprechend grösserem bzw. kleinerem Vollzugsaufwand. Unter anderem diese Unsicherheit verunmöglicht aktuell eine genauere Abschätzung des Vollzugsaufwandes.

Es ist möglich, dass Betreiber von Luftfahrzeugen bzw. die von ihnen getätigten Flüge teilweise im Schweizer und teilweise im EU-Emissionshandelssystem abgedeckt sind (beispielsweise bei Flügen zwischen der Schweiz und dem EWR). Um den administrativen Aufwand für die Betreiber zu senken, wird ein Betreiber in diesem Fall entweder von der Schweizer oder von der in der EU zuständigen Stelle verwaltet. Die Schweiz ist für Betreiber zuständig, für welche sie eine Betriebsbewilligung ausgestellt hat, oder für allfällige aussereuropäische Betreiber, deren historische Flugaktivitäten innerhalb des EWR-Raums ab der Schweiz am grössten sind. Sie vollzieht für diese Betreiber auch das EU EHS (Monitoring, Zuteilung und Abgabe von Emissionsrechten) und leitet Emissionsrechte, die nicht für die Abgabe im Schweizer EHS vorgesehen sind, an die zuständige Behörde des EU EHS weiter.

Für die Eröffnung und Haltung eines Betreiberkontos im Schweizer Emissionshandelsregister fallen zurzeit einmalige Gebühren von CHF 280 für die Kontoeröffnung und jährlich CHF 140 für die Kontoführung an. Diese werden sich voraussichtlich auch künftig in derselben Grössenordnung bewegen. Betreiber von Luftfahrzeugen müssen jährlich ihre Emissionen messen (Monitoring), melden und mit Emissionsrechten decken. Dazu müssen sie wie bisher ein Betreiberkonto im Schweizer Emissionshandelsregister haben und ihre Kontaktinformationen und Identitätsnachweise übermitteln. Die Betreiber von Luftfahrzeugen müssen also über die notwendigen technischen Voraussetzungen verfügen, um auf die Webseite des Emissionshandelsregisters zugreifen zu können (insb. Internetbrowser mit sicherem Zugang und Mobiltelefon für Empfang von Transaktionsnummern per SMS).

5.2. Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario äquivalente Massnahmen

Die untersuchten äquivalenten Massnahmen sind eine Dummy-Massnahme, daher ist keine konkrete Abschätzung zu Vollzug möglich.

Am Anfang entsteht für die Verwaltung wie auch die Betreiber ein Initialaufwand, der Aufwand im laufenden System ist im Vergleich tiefer. Der Aufwand in einem full-scope-System ist für die öffentliche Hand grösser als in einem „stop-the-clock“-System, analog werden bei den

Betreibern mehr oder weniger Flüge durch die äquivalente Massnahme abgedeckt mit entsprechend grösserem bzw. kleinerem Vollzugsaufwand. Unter anderem diese Unsicherheit verunmöglicht aktuell eine genauere Abschätzung des Vollzugsaufwandes.

Es ist davon auszugehen, dass es auch hier eine Erhebung für die Datengrundlage braucht und ein Compliance Cycle (Monitoring, Erwerb von Zertifikaten, Kontrolle). Der Aufwand für die Verwaltung wäre voraussichtlich kleiner als im EHS, da der Einkauf Zertifikate bei Externen (nicht Bund) abgewickelt würde. Dies ist auch stark abhängig auch von Entwicklungen im Zertifikatemarkt. Grundsätzlich müssen die Kontrolle und die Qualität gewährleistet sein.

5.3. Vollzugsaspekte im Luftverkehr im Szenario ICAO GMBM

Der Vollzug ist weitgehend abhängig von den Vorgaben der ICAO. Die ICAO lässt dazu noch vieles offen bzw. ist es noch nicht bekannt. Grundsätzlich sind alle bekannten Vorschläge noch zu verabschieden (Assembly Herbst 2016) und deshalb noch nicht als definitiv zu betrachten. Zum jetzigen Zeitpunkt ist der Vollzugsaufwand deshalb kaum abschätzbar.

- Im Falle einer Umsetzung der GMBM wären die Flugbetreiber für die Compliance im Rahmen der GMBM jenem Nationalstaat verpflichtet, der ihre Lizenz ausgestellt hat. Gegenüber ICAO wäre der jeweilige Nationalstaat (Contracting State) verantwortlich. Details zu Monitoring, Reporting, Verification (MRV) sind noch offen. MRV ist vorgesehen.
- Die Betreiber melden ihre Emissionen mittels Standardtool an Nationalstaat.
- Der Nationalstaat (=Behörde) meldet Daten seiner Operator an ICAO.
- Für eine GMBM müssten die Luftfahrtbetreiber ähnlich wie für den Einbezug ins EU ETS Daten erheben. Die Vorbereitung seitens ICAO müsste 2019 abgeschlossen sein, damit die GMBM ab 2020 greifen könnte.
- Der Aufwand ist im Vergleich zu einem EHS noch nicht abschätzbar für Betreiber wie Verwaltung.

Annex 1 – Ergebnisse der Sensitivitätsbetrachtungen

Sensitivitätsbetrachtung hoher Ölpreis

Im Folgenden sind die Ergebnisse für das hohe Ölpreis-Szenario dargestellt (115 USD/barrel in 2021, 121 USD/barrel in 2030).

Tabelle 27: Kostenblöcke im hohen Ölpreis-Szenario

in Mio. CHF	2021			2030		
	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines
Referenz	0.0	15'991	0.0%	0.0	24'075	0.0%
Hauptszenario stop-the-clock	18.1	15'979	0.11%	86.2	24'018	0.4%
Hauptszenario full scope	63.7	15'889	0.40%	384.5	23'426	1.6%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	13.1	15'983	0.08%	56.1	24'038	0.2%
Äquiv. Massnahme full scope	27.5	16'190	0.17%	123.7	24'111	0.5%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	126.2	23'939	0.5%
ICAO komplett	-	-	-	51.6	23'988	0.2%

Tabelle 28: Emissionen im hohen Ölpreis-Szenario

in Mio. t	2021			2030		
	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %
Referenz	13.0			17.10		
Hauptszenario stop-the-clock	13.01	-0.01	-0.1%	17.06	-0.04	-0.3%
Hauptszenario full scope	12.94	-0.09	-0.7%	16.63	-0.47	-2.8%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	13.02	-0.01	-0.1%	17.08	-0.03	-0.2%
Äquiv. Massnahme full scope	13.19	0.16	1.2%	17.13	0.02	0.1%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	17.00	-0.10	-0.6%
ICAO komplett	-	-	-	17.04	-0.06	-0.4%

Tabelle 29: Wertschöpfung im hohen Ölpreis-Szenario

in Mio. t	2021 – Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	14'117			18'162		
Hauptszenario stop-the-clock	14'090	-26	-0.19%	18'036	-126	-0.69%
Hauptszenario full scope	14'057	-59	-0.42%	17'833	-328	-1.81%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	14'097	-19	-0.14%	18'080	-82	-0.45%
Äquiv. Massnahme full scope	14'266	150	1.06%	18'183	21	0.12%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	18'009	-153	-0.84%
ICAO komplett	-	-	-	18'118	-44	-0.24%
(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)	14'087	-29	-0.21%	18'035	-127	-0.70%

Tabelle 30: Arbeitsplätze im hohen Ölpreis-Szenario

	2021 – Landesflughäfen			2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	79'762			102'455		
Hauptszenario stop-the-clock	79'598	-164	-0.21%	101'676	-779	-0.76%
Hauptszenario full scope	79'394	-368	-0.46%	100'417	-2'038	-1.99%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	79'643	-119	-0.15%	101'948	-508	-0.50%
Äquiv. Massnahme full scope	80'592	830	1.04%	102'503	48	0.05%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	-	-	-	101'507	-948	-0.93%
ICAO komplett	-	-	-	102'182	-273	-0.27%
(Äquiv. Massnahme full scope o. Verlagerung)	79'580	-182	-0.23%	101'667	-788	-0.77%

Sensitivitätsbetrachtung hoher CO₂-Preis

In diesem Abschnitt sind die Ergebnisse für die Anwendung eines hohen CO₂-Preises in 2030 dargestellt (50 CHF/t für EUA, umgerechnet in Euro; 20 Euro/t für internationale Offsets). Die Betrachtung baut auf dem hohen Ölpreis-Szenario auf.

Tabelle 31: Kostenblöcke im hohen CO₂-Preis Szenario

in Mio. CHF	2030		
	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines
Referenz	0.0	24'075	0.0%
Hauptszenario stop-the-clock	112.0	24'001	0.47%
Hauptszenario full scope	499.3	23'232	2.15%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	79.7	24'022	0.33%
Äquiv. Massnahme full scope	214.5	23'962	0.90%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	192.0	23'842.4	0.81%
ICAO komplett	103.1	23'901.1	0.43%

Tabelle 32: Emissionen im hohen CO₂-Preis Szenario

in Mio. t	2030		
	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %
Referenz	17.1		
Hauptszenario stop-the-clock	17.05	-0.06	-0.3%
Hauptszenario full scope	16.49	-0.61	-3.6%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	17.06	-0.04	-0.2%
Äquiv. Massnahme full scope	17.02	-0.09	-0.5%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	16.93	-0.17	-1.0%
ICAO komplett	16.98	-0.13	-0.7%

Tabelle 33: Wertschöpfung im hohen CO₂-Preis Szenario

in Mio. CHF	2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	18'162		
Hauptszenario stop-the-clock	17'999	-163	-0.90%
Hauptszenario full scope	17'735	-427	-2.35%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	18'046	-116	-0.64%
Äquiv. Massnahme full scope	18'103	-59	-0.32%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	17'944	-218	-1.20%
ICAO komplett	18'074	-88	-0.49%
<i>(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	<i>17'955</i>	<i>-207</i>	<i>-1.14%</i>

Tabelle 34: Arbeitsplätze im hohen CO₂-Preis Szenario

in Mio. CHF	2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	102'455		
Hauptszenario stop-the-clock	101'443	-1'012	-0.99%
Hauptszenario full scope	99'808	-2'647	-2.58%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	101'735	-720	-0.70%
Äquiv. Massnahme full scope	102'005	-450	-0.44%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	101'105	-1'350	-1.32%
ICAO komplett	101'909	-547	-0.53%
<i>(Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)</i>	<i>101'173</i>	<i>-1'282</i>	<i>-1.25%</i>

Sensitivitätsbetrachtung ambitioniertes Cap

Bei der letzten Sensitivitätsbetrachtung wird das Cap variiert, es wird ein jährlicher Absenkepfad von 2.2% unterstellt, der im Jahr 2030 zu einem Cap von 26% führt (im Vergleich zu 5% Kürzung in der Basisbetrachtung. Diese Sensitivität ist somit nur für die Szenarien mit Linking sowie für die äquivalenten Szenarien relevant. Für den ICAO-Mechanismus ist die Sensitivität nicht relevant, es bleiben die Auswirkungen der Basisvariante.

Tabelle 35: Kostenblöcke im Szenario mit ambitioniertem Cap

in Mio. CHF	2030		
	Zusätzlicher Kostenblock	Gesamte Produktionskosten der Airlines (ohne CO ₂ -Kosten)	%-Anteil an gesamten Kosten der Airlines
Referenz	0.0	19'746	0.0%
Hauptszenario stop-the-clock	99.8	19'686	0.5%
Hauptszenario full scope	445.1	19'061	2.3%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	64.7	19'707	0.3%
Äquiv. Massnahme full scope	150.1	19'722	0.8%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock			
ICAO komplett			

Tabelle 36: Emissionen im Szenario mit ambitioniertem Cap

in Mio. t	2030		
	Absoluter Wert	Veränderung geg. Referenz	in %
Referenz	17.1		
Hauptszenario stop-the-clock	17.05	-0.06	-0.3%
Hauptszenario full scope	16.49	-0.61	-3.6%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	17.06	-0.04	-0.2%
Äquiv. Massnahme full scope	17.02	-0.09	-0.5%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock	16.93	-0.17	-1.0%
ICAO komplett	16.98	-0.13	-0.7%

Tabelle 37: Wertschöpfung im Szenario mit ambitioniertem Cap

in Mio. CHF	2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	18'162		
Hauptszenario stop-the-clock	18'000	-162	-0.89%
Hauptszenario full scope	17'739	-423	-2.33%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	18'057	-105	-0.58%
Äquiv. Massnahme full scope	18'141	-21	-0.11%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock			
ICAO komplett (Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	17'993	-168	-0.93%

Tabelle 38: Arbeitsplätze im Szenario mit ambitioniertem Cap

in Mio. CHF	2030 - Landesflughäfen		
	Absoluter Wert (direkter u. indirekter Effekt)	Veränderung gegenüber Referenz	in %
Referenz	102'455		
Hauptszenario stop-the-clock	101'452	-1'003	-0.98%
Hauptszenario full scope	99'831	-2'624	-2.56%
Äquiv. Massnahme stop-the-clock	101'805	-651	-0.64%
Äquiv. Massnahme full scope	102'244	-212	-0.21%
ICAO in Kombi mit stop-the-clock			
ICAO komplett (Äqui. Massnahme full scope o. Verlagerung)	101'410	-1'046	-1.02%

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Wirkungsschema SECAN-ET _____	22
Abbildung 2: Zusätzliche Kostenblöcke für die Airlines (2021 und 2030) _____	42
Abbildung 3: Vergleich Kostenblöcke der aktuellen Analyse mit der Vorgängerstudie _____	44
Abbildung 4: Auswirkungen der Szenarien auf Passagiervolumen im Schweizer Luftverkehr ____	52
Abbildung 5: Kostenblöcke in den Szenarien – Vergleich Basel und alle Landesflughäfen _____	62
Abbildung 6: Entwicklung der Passagierzahlen – Vergleich Basel und alle Landesflughäfen ____	64

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anwendung der Mechanismen pro Szenario von und nach der Schweiz _____	21
Tabelle 2: Cluster und Gruppen im Mengengerüst _____	24
Tabelle 3: Flugbewegungen und Passagieraufkommen der Landesflughäfen 2014 _____	25
Tabelle 4: Flugbewegungen und Passagieraufkommen Flughafen Basel 2014 _____	26
Tabelle 5: Vergleich Kostenstruktur der Lufthansa Passage Airline Gruppe _____	29
Tabelle 6: Vergleich Verkehrserlöse nach Weltregionen _____	30
Tabelle 7: Übersicht Annahmen zur Überwälzung _____	34
Tabelle 8: Spezifische Emissionsmengen (kg CO ₂ pro 100 pkm) in den betrachteten Clustern __	37
Tabelle 9: Übersicht Annahmen _____	38
Tabelle 10: Übersicht Sensitivitäten _____	39
Tabelle 11: Zusätzliche Kostenblöcke für die Airlines (2021 und 2030) _____	42
Tabelle 12: Auswirkungen der Szenarien auf die Ticketpreise 2021: _____	45
Tabelle 13: Auswirkungen der Szenarien auf die Ticketpreise 2030: _____	47
Tabelle 14: Auswirkungen der Szenarien auf die Passagierzahlen (2021 und 2030) _____	50
Tabelle 15: Auswirkungen der Szenarien auf die Flugbewegungen: Entwicklung der Bewegungen in den Szenarien – 2021 und 2030 _____	54
Tabelle 16: Entwicklung der Emissionen in den Szenarien _____	56
Tabelle 17: Auswirkungen der Szenarien auf Wertschöpfung 2021 und 2030 _____	58
Tabelle 18: Auswirkungen der Szenarien auf Beschäftigung 2021 und 2030: _____	60
Tabelle 19: Kostenblöcke in den Szenarien für den Flughafen Basel - 2030 _____	62
Tabelle 20: Veränderung der Passagiere und Bewegungen Flughafen Basel - 2030: _____	63
Tabelle 21: Entwicklung der Passagiere und Bewegungen – 2030 andere Flugplätze _____	66
Tabelle 22: Übersicht der Ergebnisse in den Sensitivitätsbetrachtungen: Veränderung der Passagiere in den Szenarien - 2030 _____	69
Tabelle 23: Vergleich Ticketpreise Ölpreis 50 und 121 USD/barrel in 2030: Flugpreise (Durchschnitt) in € _____	70
Tabelle 24: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „Ölpreis hoch“	71
Tabelle 25: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „CO ₂ -Preis hoch“ _____	73
Tabelle 26: Entwicklung der Passagierzahlen und Bewegungen in der Sensitivität „Cap ambitioniert“ _____	74
Tabelle 27: Kostenblöcke im hohen Ölpreis-Szenario _____	78
Tabelle 28: Emissionen im hohen Ölpreis-Szenario _____	78
Tabelle 29: Wertschöpfung im hohen Ölpreis-Szenario _____	79

Tabelle 30: Arbeitsplätze im hohen Ölpreis-Szenario _____	79
Tabelle 31: Kostenblöcke im hohen CO ₂ -Preis Szenario _____	80
Tabelle 32: Emissionen im hohen CO ₂ -Preis Szenario _____	80
Tabelle 33: Wertschöpfung im hohen CO ₂ -Preis Szenario _____	81
Tabelle 34: Arbeitsplätze im hohen CO ₂ -Preis Szenario _____	81
Tabelle 35: Kostenblöcke im Szenario mit ambitioniertem Cap _____	82
Tabelle 36: Emissionen im Szenario mit ambitioniertem Cap _____	82
Tabelle 37: Wertschöpfung im Szenario mit ambitioniertem Cap _____	83
Tabelle 38: Arbeitsplätze im Szenario mit ambitioniertem Cap _____	83

Literatur

BAZL 2015: Volkswirtschaftliche Bedeutung der Luftfahrt Schweiz 2014, Update zum luftfahrt-politischen Bericht des BAZL, Infras im Auftrag Bundesamt für Zivilluftfahrt, 2015 (grobe Aktualisierung).

CE Delft 2012: Costs and Benefits of Stopping the Clock - How Airlines Profit from Changes in the EU ETS.

DLR 2015: Die Einbeziehung des Luftverkehrs in internationale Klimaschutz-Protokolle (AviClim), Abschlussbericht.

Enerdata 2015: Exploring the EU ETS beyond 2020 - A first assessment of the EU Commission's proposal for Phase IV of the EU ETS (2021-2030).

Europäische Kommission 2008: Richtlinie 2008/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft, Amtsblatt der Europäischen Union, 13.1.2009.

Europäische Kommission 2013a: Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council. Amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in view of the implementation by 2020 of an international agreement applying a single global market-based measure to international aviation emissions. COM(2013) 722 final. Brussels, 16 October 2013.

Europäische Kommission 2013b: Commission staff working document. Impact Assessment. Accompanying the document "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowances trading within the Community, in view of the implementation by 2020 of an international agreement applying a single global market-based measure to international aviation emissions". SWD(2013) 430 final. Brussels, 16 October 2013.

Europäische Kommission 2014: Regulation (EU) No 421/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 amending Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community, in view of the implementation by 2020 of an international agreement applying a single global market-based measure to international aviation emissions

Europäische Kommission 2015: Impact Assessment, Accompanying the document "Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directive 2003/87/EC to enhance cost-effective emission reductions and lowcarbon investments".

ICAO 2013: Report of the Assessment of Market-based Measures.

ICAO 2016a: Global Aviation Dialogues (GLADs) on Market-Based Measures to address Climate Change, presentation of key results.

ICAO 2016: Treibstoffverbrauch internationaler Luftverkehr.

IEA (2016): World Energy Outlook 2016.

INFRAS 2009: Einbezug der Schweizer Flugverkehrs ins EU EHS – wirtschaftliche Auswirkungen möglicher Szenarien.

INFRAS 2009: Emissionshandel CH-Luftverkehr: Abschätzung administrativer Aufwand verschiedener Szenarien – Kurzbericht.

INFRAS 2011: Beurteilung von Szenarien zur Integration der Schweizer Zivilluftfahrt in ein System mit Preise für CO₂-Emissionen.

INFRAS und CE Delft 2016: The EU Emission Trading Schemes' effects on the competitive situation within national and international aviation.

Intraplan (2015): Entwicklung des Luftverkehrs in der Schweiz bis 2030 – Nachfrageprognose.

Lu, Cherie (2009): The implications of environmental costs on air passenger demand for different airline business models, in: Journal of Air Transport Management 15 (2009) 158–165.

Lufthansa (2015): Geschäftsbericht 2014.

Nitsch (2016): Die Energiewende nach COP 21 –Aktuelle Szenarien der deutschen Energieversorgung.

Sandbag (2013): Aviation and the EU ETS - What happened in 2012 during 'Stop the Clock'?

Thomson Reuters (2016): European carbon prices to rise slowly from current lows but remain volatile (Media Advisory, March 2016).