



University of St.Gallen

Center for Aviation and Space Competence

Dufourstrasse 40a
CH-9000 St.Gallen
Fon +41(71)224-2525
Fax +41(71)224-2536
<http://www.cfac.ch>

Lärmgebühren an Flughäfen

Gutachten im Auftrag von

Aviation Reset

Dr. oec. Andreas Wittmer

St. Gallen, 31. Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis / Definitionen	4
1 Einleitung	5
2 Grundlagen	6
2.1 Bericht Lärmgebühren am Flughafen Zürich 2018	6
2.2 Verständnis der Netzökonomie	6
2.2.1 Definition Hubflughafen (Drehkreuz)	6
2.2.2 Wellensystem	7
2.3 Grundstrukturen (Geschäftsmodelle) von Fluggesellschaften	9
2.3.1 Definition Hub-and-Spoke Airline	9
2.3.2 Definition Point-to-Point Airline	10
2.3.3 Definition Leisure Airline	10
2.3.4 Kostenstruktur einer Fluggesellschaft	10
2.3.5 Rentabilität	12
2.3.6 Kriterien zur Lenkungswirkung	14
3 Lenkungsabgaben und Lärmgebühren	17
3.1 Einleitung	17
3.2 Theoretischer Hintergrund	17
3.3 Ansätze der Gebührenbestimmung zur Lenkungswirkung	18
3.4 Limitierende Faktoren zur theoretischen Lenkungswirkung	21
4 Fallbeispiel Flughafen Zürich	23
4.1 Ausgangslage	23
4.2 Prozess	23
4.3 Neues Gebührenreglement	24
5 Beantwortung der Fragen	27
6 Einschränkungen und Disclaimer	32
7 Quellen- und Literaturverzeichnis	32
8 Anhang: Veränderung Lärmklasseneinteilung	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ein typisches Wellensystem am Beispiel des Flughafens Zürich während den Betriebszeiten	7
Abbildung 2: Wellensystem am Flughafen Zürich mit verfügbaren Slots 2017	8
Abbildung 3: Konnektivität.....	9
Abbildung 4: Durchschnittliche Kostenstruktur einer Fluggesellschaft:	11

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schätzung der Rentabilität verschiedener Kurzstreckenflugzeuge bei Hub-and-Spoke Fluggesellschaften bei 100 % Ladefaktor	12
Tabelle 2: Kosten für Flugausfall resp. Flugverschiebung über Nacht (Bsp. Swiss).....	13
Tabelle 3: Kriterien zur Lenkungswirkung	14
Tabelle 4: Bedeutung von Massnahmen für Airlines der verschiedenen Geschäftsmodelle.....	15
Tabelle 5: Konzeptionelle Möglichkeiten zur Schätzung von Gebührenhöhen zur Erzielung von Lenkungswirkung.....	18
Tabelle 6: Konzeptionelle Möglichkeiten zur Schätzung von Gebührenhöhen zur Erzielung von.....	20
Tabelle 7: Faktoren, die einer Lenkung entgegenwirken	21
Tabelle 8: Tageslärmgebühren pro Landung.....	24
Tabelle 9: Tagesrand- und Nachtzuschläge pro Start.....	25
Tabelle 10: Tagesrand- und Nachtzuschläge pro Landung	25
Tabelle 11: Lärmklassendefinition	25
Tabelle 12: Lärmklasseneinteilung	26

Abkürzungsverzeichnis / Definitionen

Abs.	Absatz
Art.	Artikel
ATM	Air Traffic Management
betr.	betreffend
CFAC	Center for Aviation and Space Competence
dB	Dezibel
DC	Verspätungscodes (Englisch: «delay codes»)
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EPNdB	Effektiv wahrgenommener Lärm in Dezibel (Englisch: «Effective perceived noise in decibels»)
ff.	fortfolgende
ft	feet / Fuss (Einheit)
IATA	International Air Transport Association
ICAO	Internationale Zivilluftfahrtorganisation (Englisch: «International Civil Aviation Organization»)
k.A.m.	keine Angabe möglich
Kap.	Kapitel
MTOM	maximale Startmasse (Englisch: «Maximum Take-Off Mass»; auch bezeichnet als «Maximum Take-Off Weight» (MTOW) – maximales Startgewicht)
Nr.	Nummer
og.	oben genannte
P2P	Punkt-Punkt-Verbindungen (engl. «Point-to-Point»)
resp.	respektive
Schulter	Zeitraum einer spezifischen Lärmgebühr zu Randzeiten der Öffnung eines Flughafens (Englisch: «shoulder»). Im Gutachten wird der Zeitraum der spezifischen Lärmgebühr auch «Schulterstunde» genannt.
s.	siehe
s.o.	siehe oben
sog.	sogenannt / sogenannte
STD	Scheduled Time of Departure
VIE	Flughafen Wien-Schwechat
vgl.	vergleiche
ZRH	Flughafen Zürich-Kloten

1 Einleitung

Aufgrund der Lärmbelastung durch den Luftverkehr an Flughäfen kommt es immer wieder zu Fragen im Zusammenhang mit lenkungswirksamen Zuschlägen auf Flughafengebühren. Gebühren sollen die Lärmerzeugung steuern, indem Anreize geschaffen werden, damit Fluggesellschaften entweder weniger zu lärmkritischen Zeiten fliegen, technisch nachrüsten und neuere, lärmärmere Flugzeuge betreiben.

Dieses Kurzgutachten bezieht sich auf die Lärmgebührenstudie, welche Ende 2018 in Bezug auf die Lärmproblematik am Flughafen Zürich durch das Center for Aviation and Space Competence der Universität St. Gallen im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt der Schweiz (BAZL) erstellt wurde. Es werden generalisierbare Teile daraus verwendet und ergänzt, um aufzuzeigen, welche Faktoren je nach Geschäftsmodell einer Airline welche Wirkungen auf eine Lenkung haben können. Ergänzend wurde als Fallbeispiel die Lärmgebühren am Flughafen Zürich herangezogen.

Ziel des Auftrags ist es, die Wirkung von Lärmgebühren, unter anderem in Abhängigkeit der Geschäftsmodelle von Fluggesellschaften, generell und am Beispiel des Flughafens Zürich darzustellen. Dabei sind folgende Fragen zu beantworten:

Frage 1: Kriterien, die Lenkungsabgaben/Lärmgebühren beeinflussen

Welche Kriterien können berücksichtigt werden, um Lenkung in Bezug auf andere Flugzeiten, Flugstreichungen und leiseres Flugmaterial zu bewirken? Resultat ist ein Kriterienraster.

Frage 2: Unterschiedliche Wirkung von Gebühren je nach Geschäftsmodell

Wie wirken diese Kriterien unterschiedlich je nach Geschäftsmodell der Airline? Es werden Netzwerk Carrier (Hub Carrier), Punkt-zu-Punkt (Billigairlines) und Leisure Carriers berücksichtigt.

Frage 3: Lenkungswirkung je nach gewähltem Gebührenmodell

Wie wirkt ein aufkommensneutrales Gebührenmodell, bei dem Lärmgebühren zu keinen zusätzlichen Einnahmen des Flughafens führen, und wie ein Gebührenmodell, bei dem ein emissionsabhängiges Lärmrentgelt Bestandteil der Einnahmen des Flughafens darstellt? Welche Lenkungswirkung ergibt sich aus den verschiedenen Modellen?

Frage 4: Gebührenhöhe für Lenkungswirkung

Frage 4 wird konzeptionell und theoretisch sowie anhand des Beispiels des Flughafens Zürich beantwortet. Es soll ein Diskurs über die Problematik verschiedener Berechnungsmöglichkeiten und deren Wirkungen sein.

- a. Welche konzeptionellen Möglichkeiten gibt es, um die geforderte approximative Gebührenhöhe zur Erzielung von Lenkungswirkung zu berechnen? Was lässt sich aus dem Beispiel des Flughafens Zürich ableiten?
- b. Welche Faktoren begrenzen die theoretische Lenkungswirkung (d. h. eine Fluggesellschaft führt einen Flug durch, obwohl er aufgrund der Lärmgebühren unrentabel ist)?
- c. Wie hoch müssten die Gebühren angesetzt werden, um mittelfristig Veränderungen im eingesetzten Flugmaterial zu erreichen? Was lässt sich aus den Entwicklungen am Flughafen Zürich ableiten?

2 Grundlagen

2.1 Bericht Lärmgebühren am Flughafen Zürich 2018

Im Jahr 2018 wurde im Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt der Schweiz ein Gutachten erstellt, welches spezifisch im Fall des Flughafens Zürich die Bedeutung der Lärmgebühren in Anbetracht deren Lenkungswirkung auf Airlines zu Tagesrandzeiten durchleuchtet hat. Dabei wurde geprüft, ob Fluggesellschaften ihre Flüge zu tageskritischen Zeiten reduzieren und die Flugplanung über den Tag verteilt anders angehen würden, wenn Lärmgebühren geschuldet würden, und in welcher Höhe sie angesetzt werden müssten, um Wirkung zu zeigen.

Es wurde dabei festgestellt, dass Fluggesellschaften je nach Geschäftsmodell unterschiedlich auf Lärmgebühren reagieren. Networkairlines, welche eine globale Konnektivität sicherstellen, sind global in Flughafenöffnungszeiten, Zeitverschiebungen und Slots eingebunden, sodass sie kaum Raum haben, Flugzeiten an einem Ort anzupassen. Solche Airlines sind dann an ihrem Hub auch «hubrelevant» und damit wirtschaftlich von hoher Bedeutung. Andere Fluggesellschaften (z.B. Point-to-Point Airlines, Leisure Airlines), die nicht in ein globales Netz eingebunden sind und die nicht hubrelevant sind, können eher durch Gebühren zeitlich umgelenkt werden.

Das Gutachten zeigte auch, wie hoch Gebühren in verschiedenen Fällen sein müssten, um Wirkung zu entfalten. Diese Gebühren sind für hubrelevante Flüge sehr hoch. So hoch, dass das Risiko besteht, dass die Hubfunktion in Frage gestellt werden könnte. Für nicht hubrelevante Flüge entfalten bereits kleinere Gebühren eine Wirkung.

2.2 Verständnis der Netzökonomie

Der Grund, wieso Hub-and-Spoke Flüge (in Analogie zu der Gestalt des Rads eines Fahrrads Hub-and-Spoke (englisch für «Nabe und Speiche»)) kaum lenkbar sind, liegt in der Netzökonomie. Ein Netzwerk wird definiert als die Summe von Knoten und Verbindungen, woraus Netzeffekte entstehen können. Ein Flughafen, der mit einem Hub verbunden ist, kann beispielsweise von Verkehrswachstum profitieren, wenn der Hub dafür mehr direkte interkontinentale Verbindungen anbieten kann. Netzeffekte verstärken sich in der Regel mit der Netzwerkgrösse. Hub-and-Spoke Fluggesellschaften und auch Hub-Flughäfen profitieren von der Netzwerkgrösse, indem sie dadurch Skalen- und Verbund- sowie Dichtevorteile realisieren können. Durch diese Netzeffekte, welche mit zunehmender Netzwerkgrösse – oder zunehmender Anzahl Verbindungen – wachsen, ist es möglich, zu immer günstigeren Preisen eine bessere Qualität am Markt zu bieten. Die Netzwerktheorie ist auch der Grund für Allianzbildung und Fusionen von Airlines (Wittmer et al., 2021). Für Drehkreuze ist es von Bedeutung, dass sie für eine Hub-Airline attraktiv genug sind, um als Drehscheibe funktionieren und sich finanzieren zu können.

2.2.1 Definition Hubflughafen (Drehkreuz)

Ein Hubflughafen ist ein Flughafen, der durch eine beheimatete Netzwerkfluggesellschaft oder eine Allianz von Fluggesellschaften einen Drehkreuzverkehr anbieten kann. Der Flughafen gilt als Umsteigeknoten für Flugpassagiere. In der Schweiz ist der Flughafen Zürich, in Österreich der Flughafen Wien ein Hubflughafen.

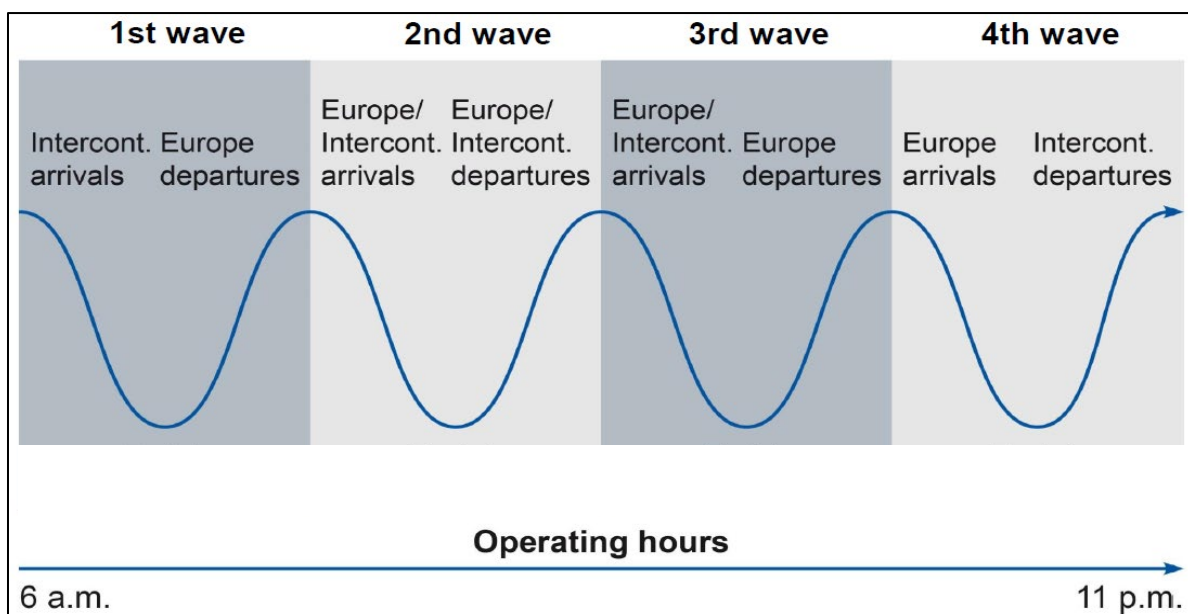
Folgende Kriterien müssen erfüllt sein, um bei einem Flughafen von einem «Drehkreuz» oder «Hub» sprechen zu können:

- zahlreiche Umsteigemöglichkeiten zwischen Flügen derselben Fluggesellschaft oder Fluggesellschaften einer Allianz,
- Zubringerfunktion der Kurz- und Mittelstreckenflüge für Mittel- und Langstreckenflüge derselben Fluggesellschaft oder Allianz,
- Auflistung der Umsteigeverbindungen im Flugplan der Fluggesellschaft als One-Stop-Flüge, d. h. Flugkombinationen, die mit einem Flugzeugwechsel verbunden sind,
- der planmässig umsteigebedingte Zeitaufwand darf nicht ausser Verhältnis zu der Gesamtreisezeit liegen (Maximum Connecting Time), die für einen (potenziellen) Non-Stop benötigt würde.

2.2.2 Wellensystem

Wellensysteme entstehen an Hubflughäfen, da Fluggesellschaften möglichst kurze und angenehme Umsteigeverbindungen für ihre Passagiere anbieten müssen, um am Markt bestehen zu können. So kommen viele Flugzeuge mehr oder weniger gleichzeitig (in einer Welle) am Flughafen an und fliegen kurz danach wieder mehr oder weniger gleichzeitig (in einer Welle) ab. Die Definition einer Welle ist also ein Zeitfenster, in welchem hubrelevante Flüge ankommen, Passagiere austauschen und wieder abfliegen. Beispielsweise am Flughafen Zürich ist die Anzahl möglicher Wellen pro Tag durch die Öffnungszeitenregelung begrenzt. Die Anzahl der Wellen, welche ein Flughafen innerhalb der vorgegebenen Öffnungszeiten verzeichnet, ist unter anderem abhängig von den Flugdistanzen, die geflogen werden müssen. Da Zürich im Zentrum von Europa liegt, besteht hier durch eher kurze Distanzen ein Vorteil für die lokale Hub-and-Spoke Airline Swiss. Am Flughafen Zürich sind heute grob 4 – 6 Wellen möglich (Abbildung 1). Für einen Hubflughafen ist es relevant, wie viele solcher Wellen pro Tag möglich sind. Je mehr Wellen, desto grösser ist das Angebot und desto konkurrenzfähiger ist der Flughafen und auch die Hub-and-Spoke Fluggesellschaft.

Abbildung 1: Ein typisches Wellensystem am Beispiel des Flughafens Zürich während der Betriebszeiten



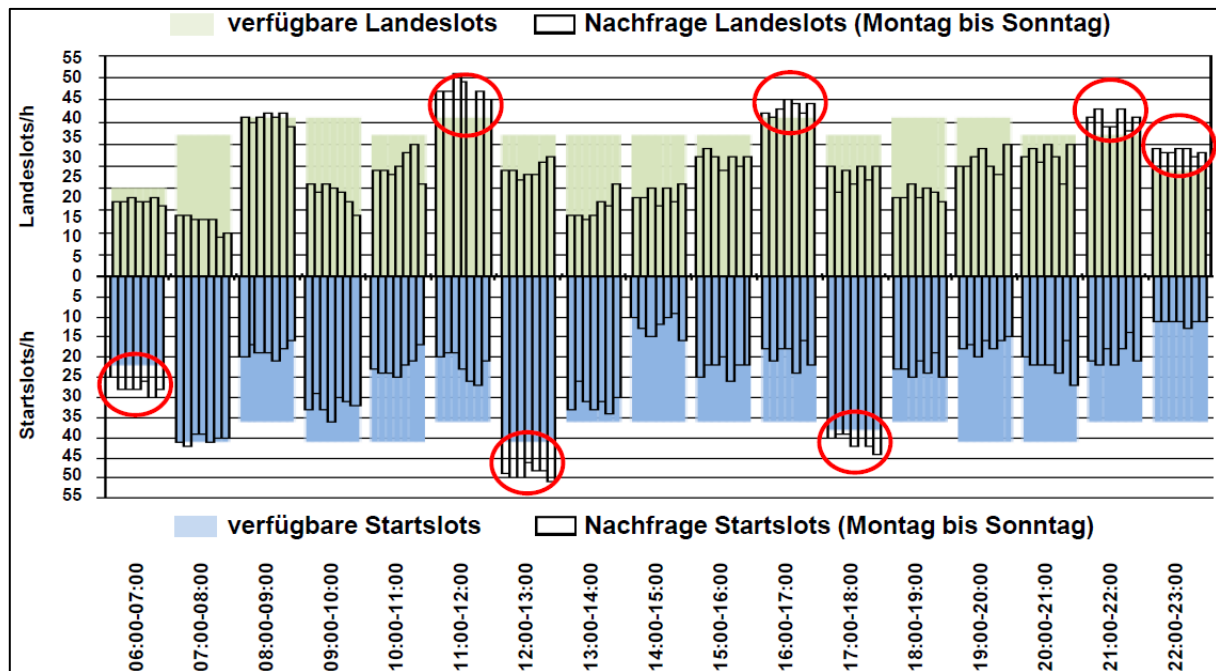
Quelle: eigene Darstellung auf Basis Flughafen Zürich

Neben der Anzahl Wellen ist auch die Kapazität pro Stunde von hoher Bedeutung. Die Stundenkapazität

oder die Anzahl möglicher Slots, die pro Stunde abgewickelt werden können, hängt unter anderem vom Pistensystem ab.

Abbildung 2 zeigt neben den effektiven Flügen, die getätigt werden, auch die gesamte Nachfrage am Beispiel Flughafen Zürich. Die blau und grün schattierten Flächen zeigen die Kapazität pro Stunde. Die Säulen zeigen die effektiv nachgefragten Slots oder die Anzahl Flüge. Es ist ersichtlich, dass teilweise die Nachfrage höher ist als das mögliche Angebot, was mittel- bis langfristig zu einem Marktanteilsverlust des Flughafens im internationalen Vergleich führt.

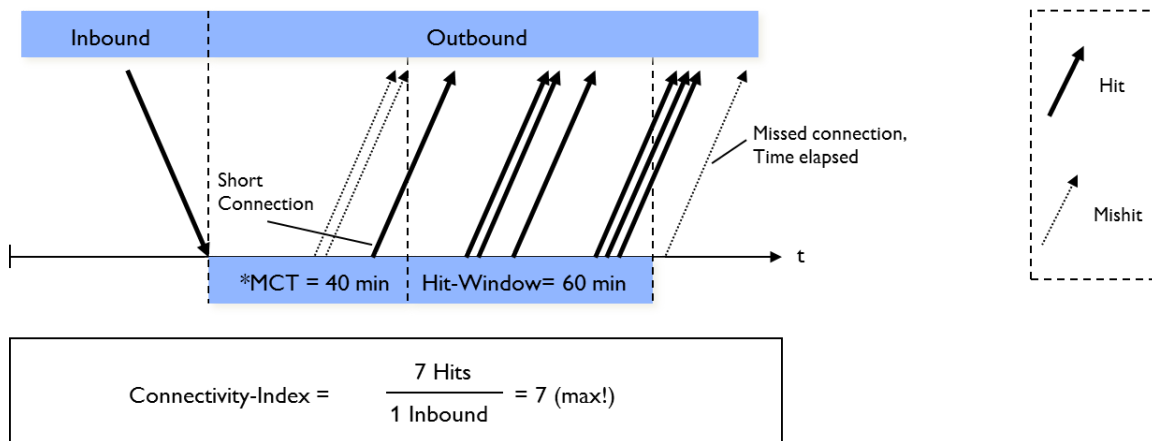
Abbildung 2: Wellensystem am Flughafen Zürich mit verfügbaren Slots im Jahr 2017



Quelle: Flughafen Zürich AG

Im Wellensystem ist ersichtlich, dass zu gewissen Stunden noch Kapazität für Wachstum vorhanden ist. Allerdings sind diese Zeiten für die hubrelevanten Hub-and-Spoke Fluggesellschaften nicht lukrativ, da die Umsteigezeiten für die Passagiere zu lang wären und sie damit im Vergleich zu anderen Hub-and-Spoke Fluggesellschaften nicht konkurrenzfähig wären. Beispielsweise überlegt sich ein Passagier, der von Bangkok nach Rom fliegen will, ob er das mit der Swiss über Zürich, der Lufthansa über Frankfurt oder der Austrian über Wien, etc. machen soll. In diesem Auswahlentscheid spielt die Umsteigezeit eine bedeutende Rolle. Daher führen Umsteigezeiten von über 2 Stunden bereits zu einem Passagierverlust. Abbildung 3 zeigt den Ankunftsflug und dann, nach den 40 Minuten Minimum Connecting Time, die Anzahl möglicher Verbindungen. Je mehr Verbindungen innerhalb akzeptabler Umsteigezeiten möglich sind, desto besser. Gestrichelte Linien stellen die Flüge dar, welche nicht erreicht werden können, da entweder die Umsteigezeit nicht ausreichend ist oder die Aufenthaltszeit für den Passagier zu lange dauert (rechte gestrichelte Linie) und er sich für einen Flug mit einer anderen Airline entscheidet.

Abbildung 3: Konnektivität



(MCT = Minimum Connecting Time)

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Jäggi (2000)

2.3 Grundstrukturen (Geschäftsmodelle) von Fluggesellschaften

In der planmässigen Luftfahrtbranche haben sich im Wesentlichen drei Geschäftsmodelle herausgebildet: Hub-and-Spoke Carrier, Point-to-Point Carrier, Leisure Carrier. Bezüglich eines Hubflughafens und der Hubrelevanz von Flügen sind Hub-and-Spoke Carrier die bedeutenden Airlines. Point-to-Point und Leisure Carrier sind weniger an Hub Airports und globale Netzwerke gebunden.

2.3.1 Definition Hub-and-Spoke Airline

Eine Hub-and-Spoke Airline ist eine Netzwerk-Fluggesellschaft, die über einen oder mehrere Hubs Umsteigeverbindungen anbietet, um die nötige Auslastung der grossen Langstreckenflugzeuge sicher zu stellen. Sie bündeln die Passagiere über ein oder mehrere Drehkreuze (Hubs) und kombinieren Direktreisende und Umsteigereisende. Dadurch können sie eine Vielzahl von Reiserouten anbieten. Da über einen Flug mehrere Reisewege kombiniert werden, stabilisiert sich das System. Sinkt in einem Quellmarkt die Nachfrage, kann eine Zusatznachfrage aus anderen Quellmärkten gewonnen werden. Beispielsweise fliegen auf einem Flug von Wien nach Hongkong Passagiere mit, die in Wien einsteigen und einen Direktflug geniessen. Andere Passagiere sind bereits von anderen Flughäfen nach Wien geflogen, um in Wien auf diesen Flug nach Hongkong umzusteigen (Transferpassagiere mit Umsteigevorgang in Wien). Da jede Strecke eine Vielzahl von Märkten bedient, ist es möglich, tägliche Flüge zu einer Langstrecken-Destination über das ganze Jahr hinweg anzubieten. Voraussetzung dafür ist ein funktionierendes Zu- bzw. Abbringersystem an den Drehkreuzen der Airline.

Generell sind Hub-and-Spoke Airlines abhängig von verschiedenen Kriterien, die es für sie erschweren, an einem spezifischen Flughafen ihren Flugplan zu verändern. Sie sind in das globale Netz eingebunden und daher unflexibel. Damit müssen sie oft Gebühren zahlen, da eine zeitliche Lenkung meist nicht möglich ist. Hub-and-Spoke Airlines sind abhängig von folgenden Kriterien:

- Globales Netzwerk (Allianzen, Partner Airlines)
- Öffnungszeiten von Flughäfen global
- Slots an den verschiedenen globalen Flughäfen
- Zeitverschiebungen

Diese Fluggesellschaften können somit nicht einfach zu einer anderen Flugzeit fliegen, da allenfalls der Destinationsflughafen sonst bei der Ankunft geschlossen ist oder sie keinen Slot bekommt und das

gesamte Netzwerk inklusive dasjenige der Partnerairlines davon betroffen wäre. Somit ist eine Veränderung in diesem trägen System kaum möglich und Lenkungsgebühren haben dementsprechend auch nur eine limitierte Wirkung.

Hub-and-Spoke Airlines sind damit von vielen Faktoren abhängig, eingeschränkt und weniger dynamisch. Sie sind wie ein Zahnrad in einem globalen System, in dem sie eine Rolle spielen oder rausfallen. Sie sind abhängig von Zeitverschiebungen, Flughafenöffnungszeiten, Anbindeverkehr an Ausgangs- und Zielflughafen, Slots, etc. und sind somit eher träge in der Veränderung und Lenkung ihres Flugplans.

2.3.2 Definition Point-to-Point Airline

Point-to-Point Carriers hingegen sind dynamischer und weniger von einem Destinationsflughafen abhängig. Sie fliegen hauptsächlich auf kontinentalen Routen, wo sie einen genügend grossen Markt haben, um ohne Umsteigepassagiere die Flugzeuge füllen zu können. Dies tun sie, indem sie über dynamische Preise Passagiere mit Spezialangeboten anlocken. Sie sind durch ihre tiefen Preise und Kosten konkurrenzfähig, wobei Flughafengebühren eine grosse Rolle spielen. So haben Point-to-Point Carrier verschiedentlich Flüge ab Flughäfen abgezogen, da der Flughafen nicht bereit war, seine Gebühren zu senken (z.B. Ryanair in Schweden (z.B. Malmö), Frankreich (z.B. Brive, Bergerac Strassbourg), Spanien, England (Manchester) und neulich in Österreich (Wien)).

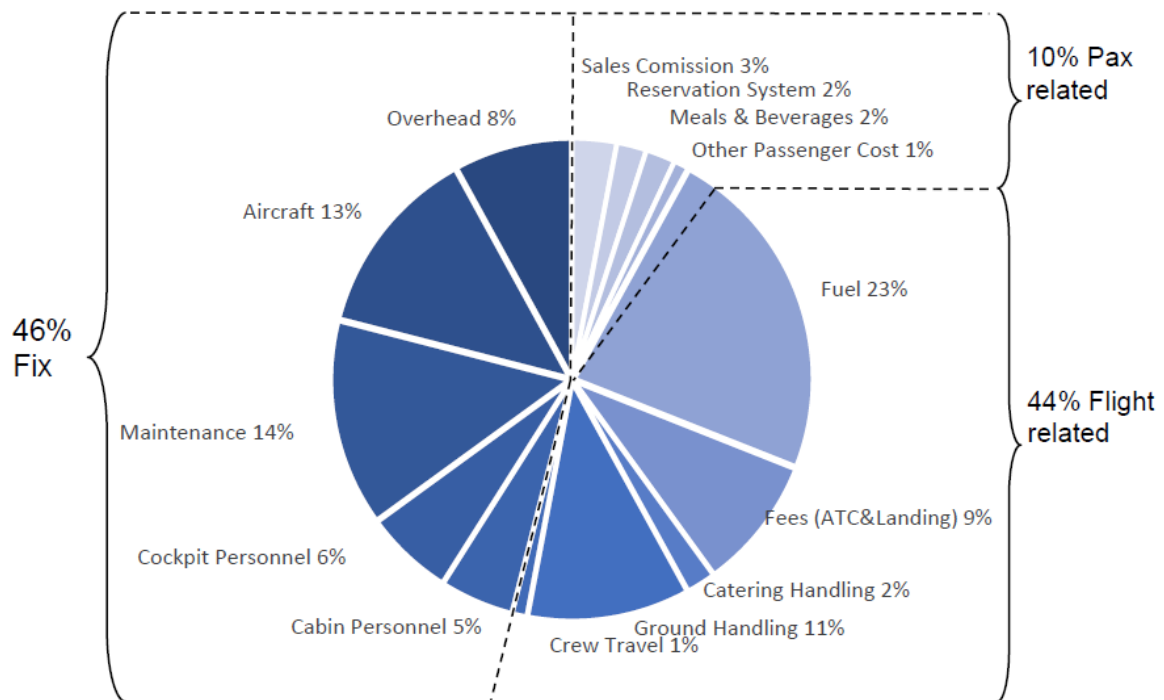
2.3.3 Definition Leisure Airline

Leisure Carrier sind oft aus ehemaligen Charter Airlines entstanden, die von Reiseveranstaltern betrieben wurden. Sie betreiben in der Regel ein Punkt-zu-Punkt Netzwerk auf kontinentaler und interkontinentaler Ebene und fliegen saisonale Feriendestinationen an. Sie kooperieren oft mit Reiseveranstaltern, die ein integriertes Angebot anbieten. Sie offerieren teils auch bessere Qualität auf Langstreckenflügen (z.B. Premium Economy, Business Class). Leisure Airlines stehen unter grossem Kostendruck, da der Ferienreisemarkt preissensibler ist als der Geschäftsreisemarkt. Sie sind oft darauf angewiesen, dass sie an einem Flughafen lange Öffnungszeiten haben, um eine Rotation einer Mittelstrecke an einem Tag so anbieten zu können, dass das Flugzeug am nächsten Morgen am Ausgangsflughafen wieder bereitsteht.

2.3.4 Kostenstruktur einer Fluggesellschaft

Die Kostenstruktur der Airlines ist durch hohe Fixkosten gekennzeichnet, die für langfristig disponierte Ressourcen anfallen. Im Kern steht die Dimensionierung der Flotte. Gekaufte Flugzeuge werden üblicherweise über 20 Jahre in der Flotte gehalten. Leasingverträge laufen über 5 Jahre und länger. Die Flottengrösse bestimmt den Umfang des operativen Personalkörpers (vor allem Cockpit in Kabinenbesetzung) und die Anzahl der grossen, zeitabhängigen Wartungsereignisse. Abschreibungen für das Fluggerät, Personalkosten für Cockpit und Kabine sowie ein grosser Teil der Technikkosten sind damit längerfristig bestimmt. Diese fixen Kosten umfassen 46% der gesamten Flugkosten. Weitere 44% entfallen auf Kosten, die durch das Flugereignis entstehen (Treibstoff, Landegebühren, Handlingkosten, Catering, Flugsicherungsgebühren). Nur 10% der Kosten sind direkt abhängig von der Anzahl der beförderten Passagiere (vgl. Abbildung 4). Die hohe Kapitalintensität der Branche erfordert eine möglichst hohe Produktivität der Flotte und Auslastung der beförderten Sitze. Die Kostenaufstellung in Abbildung 4 zeigt das Beispiel einer Netzwerkairline.

Abbildung 4: Durchschnittliche Kostenstruktur einer Fluggesellschaft: Hohe Fixkosten und Abhängigkeit



Quelle: Swiss, Vortrag Schraven, J.C. (2025)

Die Kostenstrukturen einer Point-to-Point Airlines und von Leisure Airlines sind ähnlich, nur dass die Gesamtkosten tiefer sind als bei einem Hub-and-Spoke Airlines (Abbildung 5). Da weniger Dienstleistungskosten vorhanden sind, macht der Anteil Treibstoffkosten etwas mehr an den Gesamtkosten aus. Daher sind Point-to-Point Airlines auch mehr den dynamischen Treibstoffpreisveränderungen ausgesetzt, welche ein etwas grösseres Risiko in der Finanzplanung darstellen als bei Hub-and-Spoke Airlines. Allerdings können Treibstoffpreisveränderungen mittels Hedging ausgeglichen werden. Hedging birgt jedoch auch wieder finanzielle Risiken, sollte man die Treibstoffpreisveränderungen der Zukunft falsch einschätzen. Alles in allem haben die Point-to-Point Airlines dynamischere Kosten- und Preisveränderungen und sind sensibler gegenüber Kostenveränderungen.

Die Flugzeugproduktivität (gemessen in Blockstunden¹ pro Tag) von Langstreckenflugzeugen liegt über 14 Stunden am Tag. Die Produktivität der Kurzstreckenflotte liegt über 9 Stunden am Tag bei Hub-and-Spoke Carrier. Point-to-Point Carrier fliegen im Durchschnitt 10 – 11 Stunden pro Tag. Sie sind produktiver als Hub-and-Spoke Carrier, da sie an den oft kleineren regionalen Flughäfen schneller umdrehen und nicht auf verspätete Umsteigepassagiere warten müssen.

Von Mitteleuropa aus sind die meisten Ziele mit Blockzeiten von ca. 2 Stunden zu erreichen. In 30 – 45 Minuten kann ein A320 «umgedreht» werden, d.h. in dieser Zeit sind das Aussteigen, Ausladen, Reinigung, Tanken, Beladen und Einsteigen möglich.

¹ Blockstunde: Dauer vom Abdocken bis zum Andocken des Flugzeugs (= Flugzeit plus Rollzeit am Boden)

2.3.5 Rentabilität

Die Margen der Airlines sind klein. Gleichzeitig sind Airlines externen Schocks ausgesetzt, welche nicht vorhersehbar sind. Das führt zu unkontrollierbarer Volatilität, welche die Airlines im Zusammenhang mit den hohen investierten Fixkosten und den langen Bestellzeiten für neue Flugzeuge zu einem riskanten Geschäft machen. In solchen Industrien sind die Margen üblicherweise hoch, damit die überdurchschnittlichen Risiken gedeckt werden können. Die Airline-Industrie ist jedoch einem enormen Preiskampf ausgesetzt, welcher nicht zuletzt durch sogenannte nicht hubrelevante Punkt-zu-Punkt Airlines (z.B. Ryanair) hervorgerufen wurde. So hat die gesamte Airline Industrie seit den sechziger Jahren im Durchschnitt kaum Geld verdient. Die Gewinne von guten Jahren überbrücken schlechte Jahre bereits seit der Deregulierung in Europa in den achtziger Jahren. Tabelle 1 zeigt die geschätzte Rentabilität der Airbus A320 Kurzstreckenflugzeug-Familie. Kurzstreckenflugzeuge sind hauptsächlich in Verbindung mit Langstreckenflügen im Netzwerk profitabel. Bei Point-to-Point Fluggesellschaften sind sie auf deren Flügen in Europa profitabel, da sie eine höhere Produktivität haben, indem sie 1 – 2 Stunden pro Tag mehr in der Luft sind, also ca. einen Flug mehr machen können.²

Tabelle 1: Schätzung der Rentabilität verschiedener Kurzstreckenflugzeuge bei Hub-and-Spoke Fluggesellschaften bei 100 % Ladefaktor³

Flugzeugtyp	Airbus A319	Airbus A320	Airbus A321
Anzahl Sitze pro Flugzeug	130	170	195
Ertrag pro Flug (EBIT) (inkl. ca. 5 % Marge)	14'950	16'105	17'400
Total Kosten pro Flug	14'200	15'300	16'500
Variable Kosten pro Flug (ca. 54 % der Gesamtkosten)	7'670	8'260	8'910
DB pro Flug	6'530	8'160	8'490
Fixkosten pro Flug (ca. 46 % der Gesamtkosten)	6'530	7'040	7'590
Marge pro Flug (ca. 5 % vom Ertrag)	750	805	900

In CHF; Marge = EBIT – Gesamtkosten; Deckungsbeitrag (DB) = Ertrag pro Flug – variable Kosten

Quellen: Wittmer (2018) in Anlehnung an Schraven et al. (2017); Schraven (2025); Seat Guru

Die Marge pro Flug ist der Gewinn, der erzielt werden kann. Diese Zahlen sind relevant, um die Lärmgebührendiskussion zu führen und um festzustellen, bis wohin allenfalls eine Lenkungswirkung möglich ist und ab wann ein Flugbetrieb nicht mehr profitabel möglich ist und somit beispielsweise die Hubfunktion eines Flughafens auf dem Spiel stehen würde.

Ebenfalls von Bedeutung für die Lenkungswirkung ist die Flexibilität im Wellensystem bezüglich möglicher Verschiebungen von Flügen und den Druck von Lärmgebühren auf die Pünktlichkeit der

² Berechnungen A320 näherungsweise auf Grundlage von Daten der Swiss zu gleichen Kostenverhältnissen wie Langstrecke.

³ In der Regel fliegt ein Kurzstreckenflugzeug einer Hub-and-Spoke Airline in Europa mit einem Ladefaktor von ca. 75 – 85%. Point-to-Point und Leisure Airlines sind etwas besser ausgelastet (80 – 90 %).

Abflüge zu Tagesrand- und Nachtzeiten. Schliesslich ist der Flugplan an die Öffnungszeiten des Flughafens angepasst, wobei sich die Frage nach Lenkungswirkung auf verspätete Abflüge stellt.

Bezüglich der verspäteten Abflüge stellt sich ebenfalls die Frage, ab welchen Kosten ein verspäteter Flug nicht mehr stattfinden würde, das heisst, ab welchen Kosten die Airline entscheiden würde, am kommenden Tag zu fliegen und die Passagiere ins Hotel oder nach Hause zu schicken und alle Kosten dafür gemäss europäischen Passagierrechten zu tragen (Tabelle 2). Dafür sollen die folgenden Annahmen der Kosten im Zusammenhang mit einem Entscheid, ob zu spät abgeflogen wird oder nicht, Einsicht geben. Es werden hier lediglich die effektiven Kosten für die Airline geschätzt. Die Kosten, welche organisatorisch und operativ entstehen, da das Flugzeug am Folgetag nicht am richtigen Ort steht, sowie Imageverluste, Organisationskosten etc. werden hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 2: Kosten für Flugausfall resp. Flugverschiebung über Nacht (Bsp. Swiss)

Kostentreiber	Betrag in CHF pro Passagier	Airbus A320 in CHF (180 Sitze, 80 % Ladefaktor = 144 Pax)
Transfergäste		
Hotel	100	14'400
Verpflegung	50	7'200
Transport zum Hotel und zurück	20	2'880
<i>Subtotal</i>	<i>170</i>	<i>24'480</i>
Alle Gäste		
Penalty EU-Passagierrechte	400	57'600
Imageverlust-Kosten		n/a
Organisatorische Kosten		n/a
Total	570	82'080

Quelle: Wittmer (2018)

Die Berechnungen in Tabelle 2 zeigen eine Abschätzung oben genannter Kosten; dabei soll klargestellt werden, dass die Übernachtungskosten vor allem bei Transfergästen (sog. Umsteigern), aber nicht in jedem Fall bei Lokalpassagieren anfallen, da letztere ggf. wieder nach Hause fahren und dort übernachten. Die Strafgebühren gemäss EU-Passagierrechten sind aber allen Reisenden geschuldet; das Total ist somit als Maximalwert zu verstehen. Bei einem durchschnittlichen Anteil an Umsteigern von ca. 2/3 oder 66% auf einem abendlichen Langstreckenflug am Beispiel der Swiss können diese Kosten also am Heimatflughafen etwas tiefer ausfallen. In jedem Fall wird aber klar, dass eine Flugannullation oder -verschiebung, welche für die Fluggäste eine Übernachtung am Heimatflughafen erzwingt, für die Airline hohe Kosten verursacht.

Dies bedeutet, dass eine Airline, wenn möglich, immer lieber verspätet fliegen möchte, als die hohen Kosten eines Abfluges am nächsten Tag in Kauf zu nehmen. Die Kosten sind ein Vielfaches der Marge (Zubringer und Weiterflug) und kommen sogar in die Nähe des Umsatzes des ganzen Fluges. Damit zeigt sich, dass es wohl immer günstiger sein wird, die erhöhten Lärmgebühren eines späteren Abfluges zu zahlen, als nicht zu fliegen. Es ist zwar immer möglich, einen verspäteten Zubringerflug nicht abzuwarten und pünktlich abzufliegen, da je nachdem nur wenige Passagiere umsteigen. Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive würde eine Airline dies aber nur tun, wenn die Kosten hierfür kleiner wären als die späteren Lärmgebühren. Gemäss den Werten in Tabelle 3 ist dieses Potenzial bei direkten Kosten von 570 CHF pro Passagier allerdings sehr beschränkt. Zudem wird eine Airline auch organisatorische und Imagekosten mit in ihre Beurteilung einbeziehen, wodurch die Wahrscheinlichkeit, dass die Anschlüsse abgewartet und eine Lärmgebühr bezahlt werden, weiter steigt und damit die Lenkungswirkung geringer wird.

Es wird aus der obigen Diskussion klar, dass sehr hohe Lärmgebühren, welche mit den oben genannten Kosten vergleichbar wären, für eine Fluggesellschaft im gravierenden Verspätungsfall gar keine kostenmässig tragbare Lösung mehr erlauben würden. Dies ist in Ausnahmefällen tragbar und über Lenkungsgebühren im Rahmen des im Netzwerk Möglichen beeinflussbar. Ansonsten müsste dies zwingend zu Standortfragen oder zum Konkurs der Fluggesellschaft führen, wobei eine Fluggesellschaft, welche in einen Konzern eingebunden ist, den Hubflughafen verlassen könnte und ihre Flotte beispielsweise bei der Muttergesellschaft betreiben könnte; ein solcher Entscheid wäre wiederum abhängig von der Attraktivität des Heimmarktes und der Möglichkeit, lärmsensitive Zeiten in Abhängigkeit zum Netzwerk zu vermeiden.

2.3.6 Kriterien zur Lenkungswirkung

Die verschiedenen Airline Geschäftsmodelle haben unterschiedliche Auswirkungen auf die Dynamik und Möglichkeit einer Airline ihren Flugplan anzupassen, einen Flughafen zu wechseln oder neue Flugzeugtypen einzusetzen. Somit haben Gebühren unterschiedlichen Erfolg bei einer Lenkung zu einer anderen Flugzeit. Tabelle 3 zeigt verschiedene Kriterien auf, die einerseits ökonomische Anreize schaffen oder regulatorische Beschränkungen definieren, um Lenkungswirkung zu erreichen.

Tabelle 3: Kriterien zur Lenkungswirkung

Kriterium	Massnahme	Wirkung auf Airlines	Beispiel
Lärmemission	Lärmabhängige Start- und Landegebühren	Lautere Flugzeuge zahlen mehr, leisere sparen Kosten	Zürich, Frankfurt, München, Oslo, Paris, Brüssel, etc.
Flugzeugtyp	Betriebsbeschränkungen für alte/laute Typen	Airlines müssen modernere, leisere Jets einsetzen	EU erlaubt Betriebsbeschränkungen für lautere Flugzeuge
Tageszeit	Nachtflugverbote oder Beschränkungen	Verlagerung von Flügen in Tagesrandzeiten	Zürich 23:30 – 6 Nachtflugverbot (23-23:30 Uhr keine planmässigen Flüge)
Lärmobergrenzen	Maximalwerte pro Airline oder pro Flug	Zwingen Airlines, laute Muster aus der Rotation zu nehmen	Amsterdam Schiphol (Lärmquoten) und

			Pistenzuteilung je nach Lärm
Slot-Vergabe	Bevorzugung von leiseren Flugzeugen	Airlines erhalten bessere Start-/Landezeiten mit leisen Mustern	London Heathrow „Quota Count System“
Ökonomische Anreize	Rabatte/Subventionen für leise Flotten	Beschleunigt Flottenmodernisierung	Förderprogramme für A320neo, B787, etc.
Soziale Kriterien	Schutz der Bevölkerung (Gesundheit, Lebensqualität)	Druck auf Airlines und Flughafen durch Politik & Öffentlichkeit	Bürgerinitiativen, Klagen
Langfristige Nachhaltigkeit	Verknüpfung mit CO ₂ - und Umweltzielen	Airlines investieren in leisere & effizientere Flugzeuge	ICAO & EU-Klimapolitik

Quellen: Webpages von Flughäfen

Verschiedene Massnahmen können Einfluss auf Airlines der drei unterschiedlichen Geschäftsmodelltypen haben. In Tabelle 4 werden mögliche Massnahmen und deren mögliche Bedeutung für die verschiedenen Airline Typen dargestellt.

Tabelle 4: Bedeutung von Massnahmen für Airlines der verschiedenen Geschäftsmodelle

Kriterium / Massnahme	Full-Service-Carrier (FSC)	Low-Cost-Carrier (LCC)	Leisure Carrier
Lärmabhängige Gebühren	Besser über Ticketpreise kompensierbar	Betroffen durch starken Kostendruck	Mittlerer Effekt – preisbewusst, aber oft Randzeiten mit günstigeren Slots
Betriebsbeschränkungen (alte Typen)	Teilweise betroffen, falls vor allem ältere Kursstreckenflotte	Betroffen durch starken Kostendruck	Teilweise betroffen, gemischte Flotten mit älteren Flugzeugen
Nachtflugverbote	Zu Tagesrandzeiten relevant, je nach Öffnungszeiten (meiste Passagierflüge tagsüber)	Mittel – frühe/späte Slots genutzt	Spürbar: viele sehr frühe Abflüge (5–7 Uhr) zu Ferenzielen
Slot-Vergabe nach Lärm	Vorteil durch modernere Muster	Nachteil, da weniger Premium-Slots	Problematisch, da oft auf Nebenzeiten angewiesen; leisere Flotte bringt Vorteil
Lärmobergrenzen	Flexibel durch grössere Flotten	Einschränkung durch viele tägliche Umläufe	Mittel – saisonale Peaks könnten stärker eingeschränkt werden

Ökonomische Anreize	Kontinuierliche Investitionen	Selektiv, reagieren stark auf Rabatte	Könnte Flottenmodernisierung anstossen, aber oft knapper Finanzrahmen
Soziale Kriterien	Hoher Druck bei Hubs in Städten	Weniger relevant (Sekundärflughäfen)	Relevant bei Ferienregionen mit sensiblen Anwohnern (Mallorca, Kanaren etc.)
Langfristige Nachhaltigkeit	Teil der Markenstrategie	Steigender Druck durch Regulierung	Zunehmend wichtig, da Kunden umweltbewusster werden

3 Lenkungsabgaben und Lärmgebühren

Im Folgenden werden die theoretischen Grundlagen von Lenkungsabgaben und Lärmgebühren kurz umrissen. Insbesondere zeigt sich dabei, dass zwischen der ökonomischen Berücksichtigung von Externalitäten und einer konkret beabsichtigten Lenkungswirkung differenziert werden muss, und keine einheitlichen Modelle definieren, wie eine konkrete Lenkungswirkung berechnet werden kann.

3.1 Einleitung

Einige Grossflughäfen wenden heute – primär zur Reduktion von nächtlichen Lärmemissionen für die Anwohner – Nachtflugsperrern an. Zusätzlich werden teilweise die späten Abend- und frühen Morgenstunden (sog. Schulter- oder Randstunden) mit Lenkungsabgaben belegt, um für die Fluggesellschaften zusätzliche Anreize zu schaffen, ihre Flüge auf weniger lärmempfindliche Zeiten zu legen. Die Problematik besteht nun darin, einerseits den Anwohnern einen verlässlichen Schutz der Nachtruhe zu gewährleisten, andererseits aber die ökonomischen Folgen für alle anderen Interessengruppen wie Passagiere und Arbeitnehmer sowie für den Wirtschaftsraum und damit die Allgemeinheit auszutarieren.

3.2 Theoretischer Hintergrund

Ganz allgemein können Lenkungsabgaben auf das ökonomische Konzept der Opportunitätskosten zurückgeführt werden. Dieses besagt, dass eine Ressourcenallokation dann effizient ist und somit den höchstmöglichen sozialen Nutzen generiert, wenn sie sowohl sämtliche Kosten als auch Vorteile für alle Teilnehmer und Betroffenen berücksichtigt. Wenn aber gewisse Folgen von Handlungen nicht in die Kosten-Nutzen-Analyse der Akteure mit eingehen, weil sie nicht diese selbst, sondern andere betreffen, kommt es in der Regel zu einer Fehlallokation der ökonomischen Ressourcen, weil diese Konsequenzen unberücksichtigt bleiben. Diese unberücksichtigten Effekte einer Allokation – im negativen Fall Kosten, im positiven Fall auch ein Nutzen - werden als Externalitäten bezeichnet.

In der Theorie kann eine solche Fehlallokation korrigiert werden, indem den Akteuren, die nicht berücksichtigten Kosten in einer Form von aussen auferlegt, und diese damit wieder in deren Kosten-Nutzen-Betrachtung eingefügt werden. Man spricht dabei von der Internalisierung der Externalitäten, welche dazu führt, dass in Bezug auf die eingesetzten und betroffenen Ressourcen die Kostenwahrheit erlangt, und damit die Effizienz der Ressourcenallokation wiederhergestellt wird.

Wenn die Internalisierung durch eine von aussen auferlegte Abgabe erfolgt, welche die Wertigkeit und somit den Einsatz der betroffenen Ressourcen durch eine Änderung derer relativen Preise beeinflusst, entspricht diese Abgabe einer Lenkungsabgabe. Lenkungsabgaben werden heute in mannigfaltigen Formen angewandt, gehen aber allesamt auf die theoretische Idee der Pigou-Steuer zurück, welche die ökonomische Preisverzerrung durch die Externalitäten quantifiziert, um daraufhin die Grenzkosten der betroffenen Ressourcen durch eine Steuer so anzupassen, dass eine Internalisierung erreicht und die Preisverzerrung aufgehoben wird, in anderen Worten – dass Kostenwahrheit hergestellt wird.

In der Praxis ergeben sich hierbei zwei grundsätzliche Probleme: Erstens müssen die Eigentumsrechte an den positiven und negativen Folgen der zu steuernden Handlungen definiert sein. Das heisst, ein politischer Prozess muss vorab festlegen, welche Effekte überhaupt als (positive oder negative) Externalitäten betrachtet werden, damit klar wird, wer überhaupt nach dem Verursacherprinzip für welche Kosten zur Verantwortung gezogen werden kann. Während dies z.B. im Falle von Umweltverschmutzung heutzutage relativ klar scheint, ist der Fall von Lärmemissionen im gesellschaftlichen Bereich schon nicht mehr ganz so einfach, müssen hierbei doch auch der Nutzen der

Aktivität und die Ausweichmöglichkeiten berücksichtigt, eine zumutbare Belastung der Betroffenen (z.B. im Vergleich zu anderen Aktivitäten oder Problemfeldern) definiert sowie letztlich auch die Verantwortlichkeiten und Besitzstandswahrungsrechte (bspw. ein Flughafenausbau gegenüber der Erschliessung von Neubaugebieten in bereits als lärmintensiv bekannten Zonen) geklärt und bewertet werden. Eine Diskussion zum Verursacherprinzip soll in dieser Studie aber explizit nicht geführt werden.

Sind alle diese Fragen geklärt, ergibt sich zweitens das Problem der Quantifizierung einer Lenkungsabgabe. Hier ist in erster Linie eine Abgrenzung von Beteiligten und Betroffenen notwendig, was wiederum bei grossmasstäblichen Problemen und in Ballungsräumen nicht unbedingt einfach sein muss. Darüber hinaus muss die Höhe der individuellen, materiellen und immateriellen primären Schäden und Sekundärfolgen bestimmt werden. Obwohl viele moderne Konzepte, wie z.B. belastungsabhängige Spitzentarife im öffentlichen Verkehr, im Individualverkehr oder bei Infrastrukturgütern, Emissionsabgaben, etc. auf dieser Idee basieren, bleibt eine theoretisch exakte Lenkungsabgabe aufgrund der Komplexität der materiellen Bewertung und Beurteilung aller oben genannten Faktoren in der Praxis grundsätzlich sehr schwierig zu bestimmen.

3.3 Ansätze der Gebührenbestimmung zur Lenkungswirkung

In der Literatur bestehen klare Konzepte zur Internalisierung externer Effekte, d.h. zur Erreichung ökonomischer Allokationseffizienz, aber keine einheitlichen Modelle oder Rechenvarianten zur Abschätzung von konkreten Lenkungswirkungen von Abgaben, wenn diese ein bestimmtes Allokations- resp. Verhaltensziel erreichen sollen. Dementsprechend sind weder aus der Literatur noch aus der Praxis gängige, einfach auf das Fluglärmproblem übertragbare Konzepte hierzu bekannt.

Um die Lenkungswirkung von Gebühren zu bestimmen, stehen unterschiedliche konzeptionelle Ansätze zur Verfügung, die jeweils eigene Vor- und Nachteile aufweisen. Während einige Methoden eine hohe ökonomische Fundierung besitzen, sind andere eher pragmatisch und politisch einfacher umsetzbar. Die folgende Übersicht (Tabelle 5) zeigt zentrale Ansätze, mit denen Gebührenhöhen zur Erzielung von Lenkungswirkungen konzipiert und bewertet werden können.

Tabelle 5: Konzeptionelle Möglichkeiten zur Schätzung von Gebührenhöhen zur Erzielung von Lenkungswirkung

Ansatz	Grundidee	Vorteile	Nachteile	Daten-aufwand	Lenkungs-wirkung
Kosten-orientiert (externe Kosten, Kosten-Nutzen Analyse)	Gebührenhöhe = monetarisierter Schaden durch Lärm (Gesundheit, Immobilien, etc.)	Ökonomisch fundiert, „wahre Kosten“ werden eingepreist	Aufwändige Datenerhebung, umstrittene Bewertungen	Sehr hoch	Mittel–hoch
Vergleichs-orientiert (Benchmarking)	Orientierung an Gebühren ähnlicher Flughäfen	Einfach, politisch leichter zu rechtfertigen	Keine Passung an lokale Situation	Niedrig	Gering–Mittel

Marginaler Lenkungsansatz (Behavioral Pricing)	Gebühren so hoch, dass Airlines Flotten modernisieren / Slots verlagern	Direkt auf Verhaltensänderung ausgerichtet	Erfordert gute Kenntnis der Airline-Kostenstrukturen	Mittel	Hoch
Zeit-/Slot-basierte Zuschläge	Höhere Gebühren in Nacht- und Randstunden	Wirkt gezielt gegen kritische Zeiten	Gefahr von Verlagerung auf andere Zeiten/Flughäfen	Mittel	Hoch
Quota-Count-System (Punktesystem)	Punkte je Flugzeugtyp, Budget pro Zeitraum	Flexibel, marktähnlicher Steuerungsmechanismus	Komplexe Verwaltung und Kommunikation	Hoch	Hoch
Politisch/sozial orientiert	Gebührenhöhe nach gesellschaftlich akzeptierter Signalwirkung	Einfach, klare Botschaft, schnelle Umsetzung	Wenig ökonomisch fundiert, Gefahr von Wettbewerbsnachteilen Komplexität der Handhabung.	Niedrigmittel	Mittel
Bonus-Malus-System	Bonus-Malus richtet die Lenkung auf die Mitte.	Belohnung von lärmarmen Airlines	Festlegung eines «Bonus» für Lärm im Verhältnis zu mehr Lärm pro Flugzeugtyp und Triebwerk.	Hoch	Geringmittel

Ökonomisch gesehen kann eine Verlagerung von Ressourcen erreicht werden, wenn sich deren relative Preise ändern. Eine grobe Abschätzung, in welchen Dimensionen sich Preisänderungen aus systemischer Sicht bewegen müssten, um ein bestimmtes Verhaltensziel als Lenkungswirkung zu erreichen, kann beispielsweise mittels Fallstudien des konkreten Problems angestellt werden. Hierzu kann beispielsweise ein Benchmarking über die Gebührenvarianten und -höhen verschiedener Flughäfen in der Praxis zielführend sein.

Die Wirksamkeit von Gebühren hängt nicht nur von ihrer Höhe und Systematik ab, sondern auch davon, auf welcher Ebene der Lenkung sie ansetzen. Grundsätzlich lässt sich zwischen kurzfristig-taktischen Reaktionen (z. B. Anpassungen im Flugplan) und langfristig-strukturellen Veränderungen (z. B. Flotten- oder Netzwerkentscheidungen) unterscheiden (Sheng et al., 2019; Meier et al., 2023). Tabelle 6 veranschaulicht diese beiden Dimensionen, ihre jeweiligen Mechanismen, Grenzen und möglichen politischen Ergänzungen.

Tabelle 6: Konzeptionelle Möglichkeiten zur Schätzung von Gebührenhöhen zur Erzielung von

Dimension	Taktische Lenkung (kurzfristig, z. B. Flugplananpassung)	Strukturelle Lenkung (langfristig, z. B. Flotten- und Netzwerkentscheidungen)
Wirkungsmechanismus	Verlagerung von Flügen auf weniger lärmsensible Tageszeiten oder andere Flughäfen	Investition in leisere Flugzeuge, Ausmusterung alter Jets, Netzwerkumbau
Begrenzende Faktoren	- Slot-Regeln („use it or lose it“) → Airlines müssen mind. 80 % der Slots fliegen, ansonsten verlieren sie die Slots	- Hohe Fixkosten für bestehende Flotten (Leasing, Abschreibung)
	- Hub-Wellenstruktur (Zubringer müssen laufen, sonst bricht Umsteigesystem)	- Lieferzeiten für neue Flugzeuge (5–10 Jahre)
	- Crew-/Flugzeugumläufe schränken Flexibilität ein	- Langfristige Verträge mit Reiseveranstaltern/Frachtkunden
	- Nachfrage-Peaks (Ferien, Geschäftszeiten) lassen keine Verlagerung zu	- Marktstrategien (Präsenz am Hub, Wettbewerb)
Mögliche Reaktionen	- Verlagerung von Nacht auf Tagesrandzeiten	- Bestellung neuer Flugzeuge
	- Reduktion von Frequenzen	- Stilllegung lauter Muster
	- Ausweichen auf Sekundärflughäfen	- Dauerhafte Verlagerung von Hubs oder Strecken
Grenzen der Wirksamkeit	Gebühren allein oft zu niedrig im Verhältnis zum „strategischem Wert“ eines Slots oder Netzwerks	Gebühren müssen hoch genug und planbar sein, um Investitionen auszulösen
Politisch wirksame Ergänzungen	- Nachtflugverbote	- Quota-Count-Systeme (punktbasierte Lärmbudgets)
	- Lärmobergrenzen je Airline	- Subventionen für Flottenmodernisierung
	- Zeit-/Slot-basierte Zuschläge	- EU-weite Harmonisierung

Quellen: Sheng et al. (2019), Meier et al. (2023), Czerny (2018), Basner et al. (2017)

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es bislang kein allgemein gültiges Modell zur Bestimmung von Gebührenhöhen mit verlässlicher Lenkungswirkung gibt. Vielmehr zeigt sich, dass verschiedene Ansätze unterschiedliche Stärken und Schwächen aufweisen, die je nach Zielsetzung, Datenlage und institutionellem Rahmen sorgfältig abzuwägen sind.

Die Analysen verdeutlichen zudem, dass sich die Wirksamkeit von Gebühren nach dem zeitlichen Horizont unterscheidet: Kurzfristige Anpassungen können zwar Entlastungen bewirken, stossen jedoch auf operative Restriktionen. Strukturelle Veränderungen hingegen erfordern Planungssicherheit sowie zusätzliche politische und regulatorische Massnahmen, um wirksam zu werden.

Insgesamt wird damit deutlich, dass eine effektive Gebührenpolitik zur Reduktion von Fluglärm nur durch eine Kombination verschiedener Ansätze und flankierender Rahmenbedingungen erreichbar ist.

Die bisherigen Ausführungen haben verdeutlicht, dass verschiedene konzeptionelle Ansätze zur Gebührenbestimmung existieren, die sich hinsichtlich Datenanforderungen, ökonomischer Fundierung und Lenkungswirkung deutlich unterscheiden. Gleichzeitig zeigt sich, dass es bislang kein einheitliches Modell gibt, das ohne Weiteres auf das Problem des Fluglärms übertragen werden kann. Für die Beurteilung der praktischen Relevanz dieser Ansätze ist es daher notwendig, konkrete Umsetzungen in der Praxis zu betrachten, wofür in diesem Gutachten die Fallstudie Flughafen Zürich dienen soll.

3.4 Limitierende Faktoren zur theoretischen Lenkungswirkung

Die Wirkung von Lärmgebühren hängt wesentlich davon ab, ob sie kurzfristige oder langfristige Anpassungen bei den Fluggesellschaften auslösen können. Während taktische Reaktionen eher auf betrieblicher Ebene stattfinden – etwa durch eine Anpassung der Flugpläne oder die Verlagerung von Flügen – erfordern strukturelle Veränderungen weitreichendere Entscheidungen, die Investitionen in die Flotte oder gar eine Umgestaltung des Netzwerks umfassen.

Während die Unterscheidung zwischen kurzfristigen, taktischen Reaktionen und langfristigen, strukturellen Anpassungen verdeutlicht, auf welchen Ebenen Lenkungswirkung grundsätzlich möglich ist, zeigen sich in der Praxis zahlreiche Faktoren, die solche Steuerungsimpulse abschwächen oder gar verhindern können. Diese Begrenzungen ergeben sich sowohl aus strategischen und operativen Zwängen der Airlines als auch aus Nachfrage- und Marktbedingungen, der spezifischen Kostenstruktur der Branche sowie institutionellen und politischen Rahmenbedingungen. Tabelle 7 fasst diese hemmenden Einflussfaktoren systematisch zusammen und ordnet sie den jeweiligen Dimensionen zu.

Tabelle 7: Faktoren, die einer Lenkung entgegenwirken

Kategorie	Faktor	Beschreibung	Art der Begrenzung
Strategische & operative Zwänge	Slot-Regeln („Use it or lose it“)	Nutzungspflicht verhindert Stilllegung von Flügen („Geisterflüge“).	Strukturell / taktisch
	Hub-Konnektivität	Zubringer nötig für Umsteigewellen, auch wenn Flug unrentabel.	Strukturell
	Vertragsbindungen	Verpflichtungen ggü. Reiseveranstaltern, Frachtkunden, Crews.	Strukturell
Nachfrage- & Marktzwänge	Marktpräsenz & Wettbewerb	Flüge trotz Verlust, um Konkurrenz nicht den Markt zu überlassen.	Strukturell
	Langfristige Markenbindung	Präsenz an Flughäfen/Zielen wird strategisch aufrechterhalten.	Strukturell
	Nachfrage-Peaks	Ferienzeiten rechtfertigen Flüge trotz hoher Gebühren.	Taktisch
Kostenstruktur der Airlines	Fixkostencharakter	Hoher Anteil an fixen Kosten, zusätzliche Flüge tragen zur Deckung bei.	Strukturell

	Abschreibungen	Alte Jets sind abgeschrieben, verursachen fast nur variable Kosten.	Strukturell
Institutionelle & politische Faktoren	Unterschiedliche Gebührenstrukturen	Airlines können Flüge nicht beliebig auf andere Flughäfen verlagern.	Strukturell
	Politischer Druck	Subventionen für Regionalverbindungen sichern unrentable Flüge.	Strukturell
	Internationale Regulierung	ICAO-/EU-Regeln begrenzen Gestaltungsspielraum bei Gebühren.	Strukturell
Technische & operative Restriktionen	Flottenstruktur	Neue Flugzeuge haben lange Lieferzeiten, alte bleiben länger im Einsatz.	Strukturell
	Netzwerkplanung	Umläufe hängen zusammen, ein Flug beeinflusst mehrere Verbindungen.	Taktisch / strukturell
	Crewplanung	Dienstzeiten und Umläufe verhindern kurzfristige Streichungen.	Taktisch

Die Gegenüberstellung der beiden Tabellen verdeutlicht, dass Lärmgebühren zwar grundsätzlich sowohl kurzfristige als auch langfristige Lenkungswirkungen entfalten können, ihre Effektivität jedoch stark von den strukturellen Rahmenbedingungen und operativen Zwängen der Airlines begrenzt wird. Während taktische Massnahmen wie die Verlagerung von Flügen zeitnah umsetzbar erscheinen, stossen sie häufig an Grenzen durch Slot-Regeln, Hubstrukturen oder Nachfragepeaks. Strukturelle Anpassungen wie Flottenmodernisierung oder Netzwerkumbauten können zwar nachhaltige Effekte erzeugen, erfordern jedoch hohe Investitionen, lange Vorlaufzeiten und politische Flankierung. Insgesamt wird deutlich, dass die reine Gestaltung von Gebühren allein nicht ausreicht, um substantielle Veränderungen zu bewirken. Erst im Zusammenspiel mit institutionellen Rahmenbedingungen, regulatorischen Massnahmen und marktseitigen Faktoren kann eine wirksame und dauerhafte Lenkungswirkung erzielt werden.

Selbst wenn Lärmgebühren rechnerisch den Business Case kippen, würden begrenzende Faktoren wie Slot-Regeln, Netzwerkeffekte, Fixkosten und Marktstrategien die Lenkungswirkung begrenzen. Deshalb können Gebühren, die kombiniert mit Betriebsbeschränkungen (z. B. Nachtflugverbot, Slot-Kriterien) eingesetzt werden, eine stärkere Wirkung entfalten.

4 Fallbeispiel Flughafen Zürich

4.1 Ausgangslage

Im Jahr 1972 wurde am Flughafen Zürich ein Nachtflugverbot eingeführt. Damit konnten keine Landungen zwischen 24.00 und 5.00 Uhr und Starts zwischen 24.00 und 6.00 Uhr durchgeführt werden. Allerdings gibt es in seltenen Fällen Ausnahmen, beispielsweise wenn wegen eines Schneesturms Flugzeuge erst später landen können und am Boden ein grosses Chaos und Platzknappzeit herrschen sollte oder ein sicherer Betrieb in irgendeiner Form gestört werden könnte. Ausnahmebewilligungen müssen jedoch genehmigt werden.

Die Einführung von Lärmgebühren am Flughafen Zürich erfolgte in den Achtzigerjahren. Bereits im Jahr 2000 gab es Pläne, die Zuschläge für laute Flugbewegungen in der Nacht (nach 22:00 Uhr) zu verdoppeln bzw. deutlich anzuheben. In der Gebührenverordnung von 2014 sind Lärmgebühren und Nacht-/Schulterzuschläge in verschiedenen Klassen und Zeitfenstern explizit ausgewiesen. Schulterzuschläge sind lärmsensitive Zeiten z.B. zwischen 21 und 23.30 (und danach in Ausnahmefällen) oder 6 – 7 Uhr. 2019 erfolgte eine Anpassung der Lärmgebühren: unter anderem mit dem Ziel, Flugbewegungen nach 23 Uhr stärker zu verteuern, da die bis dahin geltenden Tarife, als wenig lenkend betrachtet worden waren.

Im Dezember 2024 hatte die FZAG beim BAZL einen Antrag auf Anpassung der Lärmgebühren eingereicht, dem im April 2025 stattgegeben wurde. Diese sollen spätestens Anfang 2027 in Kraft treten. Der Vorschlag der FZAG sieht insbesondere höhere Gebühren für lärmintensive Flugzeuge vor. Das BAZL hat die entsprechenden Änderungen verfügt und zugleich eine Neueinteilung der Lärmklassen beschlossen, die dem Vorschlag der Flughafenbetreiberin entspricht. Die Folge ist eine deutliche Verteuerung des Flugbetriebs während der Nachtstunden. Nach Angaben des BAZL trägt die Erhöhung der Nachtzuschläge zur notwendigen Lärmsanierung des Flughafenbetriebs in den Nachtstunden bei.

Damit wird der Flughafen Zürich ab 2027 eine überarbeitete Lärmeinteilung, punktuell angepasste Zuschläge für den Tagbetrieb sowie erhöhte Zuschläge für die Tagesrand- und Nachtzeiten einführen. Vorgesehen ist unter anderem eine zweistufige Erhöhung der Nachtzuschläge zwischen 23:00 und 23:15 Uhr sowie zwischen 23:15 und 23:30 Uhr. Konkret steigen die Zuschläge für lautere Langstreckenflugzeuge der Lärmklasse 2 (A330, A340, A380, B767, B777) nach 23:00 Uhr von 3000 auf 4000 CHF und ab 23:15 Uhr auf 5000 CHF, was bei Langstreckenflügen ca. 50 % des möglichen zu erwirtschaftenden Gewinns eines Langstreckenflugs entspricht. Bei Kurzstreckenflügen in der Lärmklasse 3 (z.B. A320, B737) werden nach 23:00 Uhr CHF 2'000 und nach 23:15 Uhr CHF 2'500 Lärmabgabe verrechnet. Dies entspricht ca. 300 % des möglichen zu erwirtschaftenden Gewinns eines Kurzstreckenfluges. Mit dieser Massnahme beabsichtigt der Flughafen, die Zahl verspäteter Abflüge zu reduzieren und Anreize für eine Modernisierung der Flotten hin zu leiseren Flugzeugtypen zu schaffen. In einem zweiten Schritt plant das BAZL, bis 2033 eine weitere Erhöhung der Zuschläge für lärmintensive Flugzeuge umzusetzen. Ein Grund für diese Veränderung ist nicht zuletzt die ungenügende Lenkungswirkung der bisherigen Gebühren. Das Gebührenmodell ist nicht aufkommensneutral, sondern möchte Flüge aus den lärmkritischen Zeiten wegbringen. Die Lärmgebühren sind so festgelegt, dass sie einen Druck auf Airlines zu leiseren Flugzeugen (neue Flugzeuge) bewirken.

4.2 Prozess

Die Einführung von Lärmgebühren ist jedoch kein einfacher Prozess. Die FZAG kann Gebühren beantragen, die dann vom BAZL stattgegeben werden können. Verschiedene Anspruchsgruppen können

jedoch Einsprache erheben, was zur Eskalation vor dem Bundesverwaltungsgericht führen kann. Damit werden Anpassungen von Lärmgebühren oft mit den wichtigen Anspruchsgruppen diskutiert. Wichtige Anspruchsgruppen sind die lokale Hub-Fluggesellschaft (Swiss), die lokale Bevölkerung (Fluglärmorganisationen) und das BAZL. Bei der Einführung von Gebühren geht es darum, sie so zu gestalten, dass sie eine Lenkung von Flügen weg von sensiblen Nachtzeiten fördern, aber der Hub-Fluggesellschaft ein nachhaltiges Bestehen am Flughafen Zürich sichern, da dieser eine bedeutende volkswirtschaftliche Bedeutung hat. Es wird also auf das Umlenken von nicht hubrelevanten Flügen fokussiert. Der Prozess des im Jahr 2024 angestossenen Lärmgebührenprozesses wurde wie folgt umgesetzt:

1. Der Lärm-Monitoringbericht des Flughafens Zürich ist die Handlungsgrundlage für Massnahmen durch das Bundesamt für Zivilluftfahrt. Der Flughafen Zürich ist eine bestehende ortsfeste Anlage im Sinne des Umweltschutzgesetzes in Verbindung mit der Lärmschutz-Verordnung. Wenn der Flugbetrieb zu erheblichen Lärmimmissionen in der Umgebung des Flughafens führt, welche die geltenden Immissionsgrenzwerte für Fluglärm überschreiten und den Umweltschutzbestimmungen nicht genügen, müssen Sanierungsmassnahmen (gemäss Umweltgesetz) getroffen werden. Dies so weit, als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist (gemäss Kostenprinzip = Lärmgebühren rauf, andere Gebühren runter um Lenkung zu erwirken), wobei die Immissionsgrenzwerte grundsätzlich nicht überschritten werden dürfen. Da die Lärmemissionen über den Grenzwerten waren, musste das Bundesamt für Zivilluftfahrt eingreifen und der Flughafen Zürich musste ein Sanierungskonzept vorlegen.
2. Zum Gesuch der FZAG führte das BAZL eine Anhörung durch. Dazu erfolgte eine Publikation im Bundesblatt. Zudem wurden verschiedene Fluggesellschaften, Behörden, Kantone, der Preisüberwacher und Verbände vom BAZL direkt angeschrieben und auf die Möglichkeit einer Stellungnahme hingewiesen.
3. Mehrere Fluggesellschaften, Lärmschutzorganisationen, Kantone, Gemeinden, das Bundesamt für Umwelt und der Preisüberwacher haben eine Stellungnahme eingereicht.
4. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden der FZAG zugestellt mit der Aufforderung zur Stellungnahme. Die FZAG hat eine Stellungnahme eingereicht.
5. Das BAZL erwägt alle eingereichten Stellungnahmen, die neuen Lärmklassen, Tageslärmgebühren und Tagesrand- und Nachtzuschläge und verfügt die neuen Lärmgebühren am Flughafen.

4.3 Neues Gebührenreglement

Die FZAG beantragte im Jahr 2024 eine Anpassung des Lärmgebührenreglements für Strahlflugzeuge, wobei die Gebühren pro Lärmklasse neu bestimmt wurden und eine Anpassung der Lärmklasseneinteilung vorgenommen wurde. Propellerflugzeuge mit einem MTOM über 8.7 t werden in Lärmklasse 5 der Strahlflugzeuge eingruppiert. Tabelle 8, 9 und 10 zeigen die Veränderungen der Lärmgebühren und der Lärmklasseneinteilung.

Tabelle 8: Tageslärmgebühren pro Landung

Lärmklasse	1	2	3	4	5
Gebühr	2'000.00	400.00	40.00	10.00	0.00
	800.00		200.00	100.00	

Quelle: FZAG (2024)

Tabelle 9: Tagesrand- und Nachtzuschläge pro Start

Lärmklasse	1	2	3	4	5
ABT 21:00:01-22:00:00 LT	800.00	400.00	200.00	100.00	50.00
ABT 22:00:01-22:30:00 LT	1'500.00	800.00	400.00	200.00	100.00
ABT 22:30:01-23:00:00 LT	3'000.00	1'500.00	800.00	400.00	200.00
ABT 23:00:01-23:30:00 LT	6'000.00	3'000.00	1'500.00	800.00	400.00
ABT 23:00:01-23:15:00 LT	8'000.00	4'000.00	2'000.00	1'000.00	
ABT 23:15:01-23:30:00 LT	6'000.00 10'000.00	3'000.00 5'000.00	1'500.00 2'500.00	800.00 1'200.00	400.00 600.00
ABT 23:30:01-00:00:00 LT	12'000.00	6'000.00	3'000.00	1'500.00	800.00
ABT 00:00:01-06:00:00 LT	18'000.00	12'000.00	6'000.00	3'000.00	1'500.00
ABT 06:00:01-07:00:00 LT	1'500.00	800.00	400.00	200.00	100.00

Quelle: FZAG (2024)

Tabelle 10: Tagesrand- und Nachtzuschläge pro Landung

Alle Lärmklassen	
TDT 21:00:01-22:00:00 LT	50.00
TDT 22:00:01-22:30:00 LT	100.00
TDT 22:30:01-23:00:00 LT	200.00
TDT 23:00:01-23:30:00 LT	400.00
TDT 23:00:01-23:15:00 LT	
TDT 23:15:01-23:30:00 LT	400.00 600.00
TDT 23:30:01-00:00:00 LT	800.00
TDT 00:00:01-06:00:00 LT	1'500.00
TDT 06:00:01-07:00:00 LT	100.00

Quelle: FZAG (2024)

Die Flugzeugtypen werden nach der Abweichung des jährlichen mittleren Lärmwertes (dB(A)) des betreffenden Flugzeugtyps vom jährlichen mittleren Lärmwert aller Flugzeuge am Flughafen Zürich in die Lärmklassen eingeteilt (Tabelle 11). In Lärmklasse 1 sind die lautesten Flugzeuge eingeteilt, welche die höchste Lärmabgabe entrichten müssen. Danach gibt es eine Abstufung bis zu Lärmklasse 5, welche die leisesten Flugzeuge beinhaltet, die am wenigsten Lärmabgaben entrichten müssen.

Tabelle 11: Lärmklassendefinition

Lärmklasse	Abweichung
1	> 4.5 dB(A)
2	≤ 4.5 dB(A) und > 1.5 dB(A)
3	≤ 1.5 dB(A) und > -1.5 dB(A)
4	≤ -1.5 dB(A) und > -4.5 dB(A)
5	≤ -4.5 dB(A)

Quelle: FZAG (2024)

Tabelle 12 zeigt, welche Flugzeuge ab spätestens 2027 in welcher Lärmklasse eingeteilt sind und dementsprechend Lärmgebühren entrichten müssen (Anpassungen Lärmklassen siehe Anhang).

Tabelle 12: Lärmklasseneinteilung

<p>Lärmklasse I</p> <ul style="list-style-type: none"> • Airbus A330 Serie -300 • Antonov An124 • Boeing B727 Serie - 100/ -200/ -200 ADV/ - 200 Hushkit • Boeing B747 Serie -400 • Boeing B777 Serie -200ER/ -300 • McDonnell Douglas MD11 • McDonnell Douglas MD80/ -81/ -82/ -83 • Gulfstream GLF II/III • Iljuschin IL76 M/ T/ TD
<p>Lärmklasse II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Airbus A300 Serie -600 • Airbus A310 Serie -200/ - 300 • Airbus A321 • Airbus A330 Serie -200 • Airbus A340 Serie -200/ -300/ - 500 / -600 • Airbus A380 Serie -800 • Boeing B767 Serie -200/ -200ER/ -300/ -300ER/ -400ER • Boeing B777 Serie -200LR/ -300ER • Douglas DC8 Serie -70 • McDonnell Douglas MD87 • Falcon FA50 • Gulfstream G150 • Hawker Beechjet BE400 A/XP • Iljuschin IL96 M Serie -300 • Tupolew TU154 M • Yakovlev Yak 40/ -42
<p>Lärmklasse III</p> <ul style="list-style-type: none"> • Airbus A320 • Airbus A21N (GTF) • Boeing B717 Serie -200 • Boeing B737 Serie -300/ -400/ -800/ -900 • Boeing B737 Max 9 • Boeing B757 Serie -200/ -300 • Bombardier BD700 Global 7500/8000 • Cessna C650 Citation III , VI, VII • Embraer ERJ 170/ -175 / -190/ -195 • Falcon FA Serie -20/ -200/ -900/ 7X • Gulfstream G IV (G300 / G350/ G400/ G450) • Tupolew TU204 Serie -100/ -200
<p>Lärmklasse IV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Airbus A318 • Airbus A319 • Airbus A20N (GTF) • Airbus A21 N (LEAP) • Airbus A350 Serie -900/ -1000 • Boeing B737 Serie -500/ -600/ -700 • Boeing B737 Max 8

<ul style="list-style-type: none"> • Boeing B787 Serie -8/ -9 • Beechcraft Primer 1 • Bombardier BD700 Global 5000/ 5500 • Bombardier BD700 Global Express 6000/ -6500 (GLEX) • Bombardier CL30 / CL35 • Canadair CRJ 700/ -900/ -1000 • McDonnell Douglas MD90 • Dornier DO328 Serie -300 • Embraer EMB 135 BJ Legacy 650 • Embraer Phenom 300 • Falcon FA Serie -10/ -2000 • Fokker F70/ F100 • Gulfstream G200/ G280) • Gulfstream G V (G500/G550)/ G VI (G650) • Hawker Beechcraft 4000 Horizon • Learjet LR Serie -30/ -50
Lärmklasse V
<ul style="list-style-type: none"> • Airbus A221 / A223 • Airbus A20N • AVRO RJ -70/ -85/ -100 • BEA BA-146 Serie -100/ -200/ -300 • Canadair CL601/ CL604/ CL605/ CL650 • Canadair RJ100/ RJ200/ ER/ LR • Cessna C500, C510, C525, C550, C560, • C680, C700, C750 • Embraer EMS 135 BJ Legacy 600/ -145ER • Embraer Phenom 100 • Embraer E290 / E295 • Hawker Siddeley HS125 Serie -700/ -800/ -900/ -1000 • Learjet LR Serie -45/ -60/ -70/ -75

Quelle: FZAG (2024)

5 Beantwortung der Fragen

Frage 1: Kriterien, die Lenkungsabgaben/Lärmgebühren beeinflussen

Welche Kriterien können berücksichtigt werden, um Lenkung in Bezug auf andere Flugzeiten, Flugstreichungen und leiseres Flugmaterial zu bewirken?

Zur Erzielung einer Lenkungswirkung hinsichtlich Flugzeiten, Flugstreichungen oder des Einsatzes leiseren Flugmaterials können sowohl ökonomische Anreize als auch regulatorische Beschränkungen eingesetzt werden. Grundlage bilden verschiedene Steuerungskriterien, die sich in ihrer Zielrichtung und zeitlichen Wirkung unterscheiden. Lärmabhängige Start- und Landegebühren bewirken, dass lautere Flugzeuge höhere Abgaben entrichten müssen, während leisere Muster Kostenvorteile erzielen, was einen unmittelbaren ökonomischen Anreiz zur Nutzung lärmarmen Technologien schafft. Ergänzend können Betriebsbeschränkungen für ältere oder lärmintensive Flugzeugtypen Airlines dazu veranlassen, modernere und leisere Flotten einzusetzen. Zeitbezogene Massnahmen wie Nachtflugverbote oder Beschränkungen führen zu einer Verlagerung von Flügen in lärmtoleranteren Tagesrandzeiten. Auch Lärmobergrenzen, die Maximalwerte pro Airline oder Flug festlegen, zwingen Fluggesellschaften, besonders laute Flugzeugmuster aus dem Einsatz zu nehmen. Eine weitere

Lenkungsmöglichkeit ergibt sich aus der Slot-Vergabe, bei der leisere Flugzeuge bevorzugt behandelt und mit attraktiveren Start- und Landezeiten belohnt werden.

Ökonomische Anreizmechanismen, etwa Rabatte oder Subventionen für lärmarme Flotten, beschleunigen zudem die Flottenmodernisierung. Ergänzend spielen soziale Kriterien, insbesondere der Schutz der Bevölkerung hinsichtlich Gesundheit und Lebensqualität, eine zunehmende Rolle, da sie politischen und öffentlichen Druck auf Airlines und Flughäfen erzeugen. Langfristig können Lärmansätze mit klimapolitischen Zielen verknüpft werden, um Investitionen in leisere und zugleich effizientere Flugzeuge zu fördern.

Diese Massnahmen entfalten sowohl kurzfristige Wirkungen – etwa durch zeitliche Verlagerungen infolge von Nachtzuschlägen – als auch langfristige Effekte durch strukturelle Anpassungen wie Flottenmodernisierung oder Routenoptimierung. Besonders Punkt-zu-Punkt- und Ferienfluggesellschaften reagieren sensibler und schneller auf solche Anreizmechanismen als Hub-and-Spoke-Carrier, deren Netzstrukturen weniger flexibel sind. Die grössten Steuerungseffekte ergeben sich aus einer Kombination ökonomischer und regulatorischer Instrumente, insbesondere lärmabhängiger Gebühren, priorisierter Slot-Vergabe sowie Nachtflugbeschränkungen.

Lärmgebühren können dabei entweder kostenneutral oder als zusätzliche Belastung ausgestaltet werden. Am Beispiel des Flughafens Zürich zeigt sich, dass Lärmgebühren gemäss Umweltgesetz erhöht werden können, um lärmintensive Zeiten zu sanieren und gesetzliche Grenzwerte einzuhalten. Alternativ ermöglichen kostenneutrale Modelle – etwa durch gleichzeitige Senkung anderer Entgelte – eine Verhaltenslenkung, ohne die Gesamtkosten für Airlines zu erhöhen. Beide Ansätze setzen ökonomische Signale für leiseren Flugbetrieb und eine effizientere Nutzung lärmarmer Flugzeuge, unterscheiden sich jedoch in ihrer Intensität und finanziellen Wirkung.

Frage 2: Unterschiedliche Wirkung von Gebühren je nach Geschäftsmodell

Wie wirken diese Kriterien unterschiedlich je nach Geschäftsmodell der Airline?

Die Reaktionen auf Gebühren unterscheiden sich erheblich je nach Airline-Geschäftsmodell.

Hub-and-Spoke Airlines sind aufgrund ihrer starken Einbindung in globale Allianzen, strikter Slot-Regeln und komplexen Wellensysteme nur sehr eingeschränkt flexibel. Zwar können lärmabhängige Gebühren teilweise über Ticketpreise und eine hohe Auslastung kompensiert werden, doch stellen insbesondere Nachtflugverbote oder enge Slot-Regulierungen ein erhebliches Risiko für die Funktionsfähigkeit des Hubs dar. Insgesamt ist die Lenkungswirkung von Gebühren bei diesem Airline-Typ geringer, da ökonomische und operative Zwänge wie Umsteigezeiten oder die globale Flugplan-Koordination meist schwerer wiegen als die zusätzlichen Kosten durch Lärmabgaben. Sie können mit strengeren Regeln meist besser umgehen (modernere Flotten, höhere Ticketpreise, zentrale Hubs). Allerdings besteht wegen der globalen Netzwerkabhängigkeit nur eine geringe Steuerbarkeit durch Gebühren und damit eine Gefahr von Wettbewerbsnachteilen, die durch Gebühren entstehen können.

Point-to-Point Airlines (z.B. Ryanair) stehen unter starkem Kostendruck und reagieren daher besonders sensibel auf Flughafengebühren. Aufgrund ihrer höheren Flexibilität in der Wahl der Flughäfen können sie bei steigenden Kosten Flüge auf andere Flughäfen verlagern oder ganze Routen streichen. Zudem sprechen sie stark auf ökonomische Anreize wie Rabatte oder Subventionen für leisere Flugzeuge an. Dadurch ist die Lenkungswirkung von Gebühren bei diesem Airline-Typ insgesamt deutlich höher als bei Hub-and-Spoke Airlines.

Leisure Airlines (z.B. Edelweiss, Discover) bedienen in erster Linie Ferienmärkte und sind stark von saisonalen Nachfrage-Peaks abhängig. Da sie häufig Randzeiten mit sehr frühen Abflügen nutzen, sind sie besonders stark von Nacht- und Schulterzuschlägen betroffen. Betriebsbeschränkungen haben bei ihnen einen mittleren Effekt, da ihre Flotten oft heterogen und teilweise älter sind. Daher können sie lärmabhängige Gebühren stärker treffen, wenn sie nicht modernisieren. Da sie preissensibel sind, wirken Rabatte/Subventionen für leisere Flotten besonders motivierend. Darüber hinaus spielen politische und soziale Faktoren – etwa der Anwohnerdruck in Tourismusregionen – eine besonders grosse Rolle für ihre Handlungsfreiheit und Reaktionsmöglichkeiten.

Frage 3: Lenkungswirkung je nach gewähltem Gebührenmodell

Wie wirkt ein aufkommensneutrales Gebührenmodell, bei dem Lärmgebühren zu keinen zusätzlichen Einnahmen des Flughafens führen, und wie ein Gebührenmodell, bei dem ein emissionsabhängiges Lärmentgelt Bestandteil der Einnahmen des Flughafens darstellt? Welche Lenkungswirkung ergibt sich aus den verschiedenen Modellen?

Ein aufkommensneutrales Gebührenmodell, bei dem die Lärmgebühren keine zusätzlichen Einnahmen für den Flughafen generieren, wirkt in erster Linie lenkungsorientiert und nicht fiskalisch. In diesem Modell werden die Gebühren so umverteilt, dass lärmintensive Flugbewegungen stärker und lärmarme Flugbewegungen geringer belastet werden, wobei der Gesamtertrag des Flughafens gleichbleibt. Das ökonomische Ziel besteht darin, relative Preisunterschiede zwischen Flugzeugtypen oder Betriebszeiten zu schaffen, ohne die Gesamtkosten des Flugbetriebs zu erhöhen. Die Lenkungswirkung ergibt sich somit ausschliesslich aus den internen Anreizstrukturen: Fluggesellschaften werden motiviert, leisere Flugzeuge einzusetzen, Starts in lärmsensiblen Zeiträumen zu vermeiden oder lärm mindernde Verfahren anzuwenden. Da jedoch keine Erhöhung der Gesamtkosten erfolgt, ist die Anreizintensität begrenzt und hängt wesentlich von der Preiselastizität der operativen Entscheidungen ab. Die Anreizintensität ist auch deshalb begrenzt, da die Lenkung zur Mitte, also zu durchschnittlich lauten Flugzeugen gerichtet ist.

Ein nicht aufkommensneutrales Modell, bei dem das Lärmentgelt Bestandteil der Gesamteinnahmen des Flughafens ist, kombiniert hingegen Lenkungs- und Finanzierungswirkung. Hier erhöhen lärmintensive Flugbewegungen die Gesamterträge, wodurch dem Flughafen eine ökonomische Rückkopplung zwischen Lärmbelastung und Einnahmen entsteht. Dadurch entsteht ein stärkerer ökonomischer Druck auf die Fluggesellschaften, lärmarme Flugzeuge einzusetzen oder die Betriebszeiten anzupassen, da die Zusatzkosten nicht durch interne Kompensation neutralisiert werden. Die Lenkungswirkung ist somit stärker, da das Modell reale Kosteneffekte erzeugt, die sich in der Gewinn- und Verlustrechnung der Fluggesellschaften niederschlagen. Die Lenkung ist auch deshalb stärker, da die Lenkung auf die leisesten Flugzeuge gerichtet ist.

In der Gesamtbewertung führt das aufkommensneutrale Modell zu einer moderaten, verhaltenssteuernden Wirkung ohne fiskalische Belastung. Das nicht aufkommensneutrale Modell kann dagegen durch die Internalisierung externer Kosten eine deutlich höhere alloкатive Effizienz entfalten. Letzteres setzt allerdings voraus, dass die Gebühr ausreichend hoch und langfristig stabil ist.

Das Lärmgebührenmodell des Flughafens Zürich ist nicht aufkommensneutral. Es zielt auf eine Lenkungswirkung hin zu leiseren Flugzeugen ab.

Frage 4: Gebührenhöhe für Lenkungswirkung

- a. Welche konzeptionellen Möglichkeiten gibt es, um die geforderte approximative Gebührenhöhe zur Erzielung von Lenkungswirkung zu berechnen?

Zur Bestimmung geeigneter Gebührenhöhen stehen verschiedene konzeptionelle Ansätze zur Verfügung, die unterschiedliche Zielrichtungen verfolgen. Kostenorientierte Modelle setzen die Gebührenhöhe an den monetarisierten externen Kosten an, etwa durch die Bewertung von Gesundheitsbelastungen oder Immobilienwertverlusten. Vergleichsorientierte Ansätze orientieren sich dagegen an den Gebührenstrukturen ähnlicher Flughäfen und ermöglichen so eine pragmatische, politisch leichter vermittelbare Lösung. Der marginale Lenkungsansatz („Behavioral Pricing“) zielt darauf ab, Gebühren so festzulegen, dass Fluggesellschaften gezielt zu Flottenmodernisierungen oder Slot-Verlagerungen angeregt werden. Zeit- und Slot basierte Zuschläge stellen höhere Kosten für Flüge in Nacht- und Randstunden in Rechnung und wirken dadurch vor allem zeitlich steuernd. Quota-Count-Systeme hingegen ordnen jedem Flugzeugtyp Punkte zu und begrenzen deren Einsatz über ein Budget, wodurch ein marktähnlicher Steuerungsmechanismus entsteht. Schliesslich gibt es politisch bzw. sozial orientierte Ansätze, die primär auf Signalwirkung und gesellschaftliche Akzeptanz abzielen und damit weniger ökonomisch fundiert, aber rascher umsetzbar sind.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Kostenorientierung zwar schwer messbar, wissenschaftlich aber am besten ist. Pragmatisch sind der Benchmarking Ansatz oder politische Signalwirkungen. Am stärksten lenkend sind der marginale Lenkungsansatz, Slot-Zuschläge und Quoten-Systeme.

- b. Welche Faktoren begrenzen die theoretische Lenkungswirkung (d.h. eine Fluggesellschaft führt einen Flug durch, obwohl er aufgrund der Lärmgebühren unrentabel ist)?

Die theoretische Lenkungswirkung von Lärmgebühren wird durch eine Vielzahl struktureller, operativer und institutioneller Faktoren eingeschränkt. Auf operativer Ebene bestehen nur begrenzte Anpassungsmöglichkeiten. Slot-Regelungen wie „use it or lose it“ verpflichten Fluggesellschaften, mindestens 80 % ihrer Slots zu nutzen, wodurch selbst ökonomisch unrentable Flüge aufrechterhalten werden. Die enge Vernetzung von Flugplänen, Umläufen und Crew-Einsatzstrukturen sowie die Abhängigkeit von Hub-Wellen reduzieren die Flexibilität zusätzlich. Auch die Nachfrageentwicklung begrenzt kurzfristige Reaktionsmöglichkeiten, da in Hochlastzeiten eine hohe Auslastung selbst erhöhte Gebühren kompensieren kann.

Langfristig wirken strukturelle und strategische Restriktionen. Hohe Fixkosten infolge von Leasing- und Abschreibungsverpflichtungen, lange Lieferzeiten neuer Flugzeuge sowie vertragliche Bindungen mit Partnern oder Allianzen schränken Investitionsentscheidungen erheblich ein. Selbst ältere, lärmintensive Flugzeuge verbleiben häufig im Einsatz, solange die variablen Kosten tragbar bleiben. Zudem verhindern strategische Überlegungen zur Wahrung von Marktanteilen und Hub-Präsenz den Rückzug von defizitären Verbindungen.

Ergänzt werden diese Einschränkungen durch institutionelle und politische Rahmenbedingungen. Unterschiedliche Gebührenmodelle an einzelnen Flughäfen erschweren eine flexible Reaktion oder die Verlagerung auf alternative Standorte. Politischer Druck in Form von Subventionen für Regionalverbindungen führt dazu, dass ökonomisch schwache Flüge weiter betrieben werden. Hinzu kommen internationale Vorgaben, etwa von ICAO oder EU, die die Gestaltungsmöglichkeiten bei Gebührenmodellen begrenzen und damit den nationalen Handlungsspielraum einschränken.

Insgesamt reicht die Einführung von Lärmgebühren allein meist nicht aus, um das Verhalten von Fluggesellschaften spürbar zu verändern. Erst wenn Gebühren langfristig planbar und ausreichend hoch sind, können sie insbesondere bei Point-to-Point Airlines wirken. Ergänzende Massnahmen wie

Nachtflugverbote, Lärmobergrenzen oder Anreize zur Flottenmodernisierung erhöhen die Effektivität – auch wenn dies die Wettbewerbsfähigkeit einzelner Flughäfen mindern kann.

c. Wie hoch müssten die Gebühren angesetzt werden, um mittelfristig Veränderungen im eingesetzten Flugmaterial zu erreichen?

Für hubrelevante Flüge (z. B. Hub-and-Spoke Airline an einem Hub) sind höhere Gebühren notwendig, da der strategische Wert von Slots und Wellensystemen höher ist als die Kostenbelastung durch Zuschläge. Eine Lenkungswirkung ist kaum erreichbar, bevor die Hubfunktion gefährdet wird. Zuschläge müssten den Gewinn pro Flug ins Negative bewegen. Allerdings hat man am Flughafen Zürich ein annehmbares Gebührenmodell gefunden, welches für alle Anspruchsgruppen akzeptierbar ist.

Für nicht hubrelevante Flüge (z. B. Point-to-Point oder Leisure Airlines): Schon deutlich geringere Gebühren können Wirkung entfalten. Eine Wirkung entsteht bei Point-to-Point Airlines indem sie auf andere Zeiten oder Flughäfen verlagern, und bei Leisure Airlines bewirken sie eine schnellere Modernisierung der Flotte.

Damit Lärmgebühren mittelfristig eine Wirkung entfalten können, müssen sie deutlich über den reinen Betriebskostenunterschieden zwischen älteren und neueren Flugzeugtypen liegen. Nur wenn die Gebühren spürbar ins Gewicht fallen, entsteht für Airlines ein klarer Business Case, bei dem moderne Flugzeuge über ihren Lebenszyklus hinweg – unter Einbezug der Gebühren – günstiger sind als ältere Modelle. Die Grössenordnung der bestehenden Kostenunterschiede verdeutlicht dieses Spannungsfeld: Ein neues Mittelstreckenflugzeug wie der A320neo spart rund 15–20 % Treibstoff ein, was bei 5–6 täglichen Flugstunden schätzungsweise einer jährlichen Ersparnis von 700'000 bis 1 Mio. € entspricht. Demgegenüber stehen jedoch erhebliche Leasing- oder Kapitalkosten von 4–6 Mio. € pro Jahr. Ältere, abgeschriebene Flugzeuge wie die B737-300 sind zwar ineffizient, verursachen aber vergleichsweise geringe Betriebskosten pro Stunde, wegen der tieferen Leasing- oder Kapitalkosten – solange keine zusätzlichen Abgaben erhoben werden. Infolgedessen rechnet sich eine Modernisierung allein über Betriebskosten oftmals erst nach 10–15 Jahren, sodass Gebühren erforderlich sind, um diesen Prozess zu beschleunigen. Viele Airlines, die sich zum Premium Segment zählen, halten Flugzeuge über 20 Jahre.

Die derzeit üblichen lärmabhängigen Start- und Landegebühen bewegen sich je nach Flughafen und Flugzeugtyp im Bereich von 200 bis 1'000 € pro Bewegung. Am Flughafen Zürich liegt die Lärm-Grundgebühr zwischen CHF 100 und 800, je nach Lärmklasse des Flugzeugs. Dazu kommen zusätzliche Lärmgebühren zu lärmsensitiven Zeiten zwischen 21:00 und 07:00 Uhr, wobei der Flughafen zwischen 23:30 und 06:00 Uhr geschlossen ist, jedoch in Ausnahmefällen Flugbewegungen (Notfälle) stattfinden können. Die extra Lärmgebühren für Starts und Landungen, die zwischen 23:30 und 24:00 stattfinden, liegen zwischen CHF 800 und CHF 12'000 je nach Lärmklasse, zwischen 00:00 – 06:00 reichen sie je nach Lärmklasse von CHF 1'500 – CHF 18'000. Die normalen Nachtzuschläge für Starts und Landungen zwischen 21:00 und 23:30 und 06:00 und 07:00 liegen zwischen CHF 50 und CHF 10'000 je nach Lärmklasse und Zeit. Damit wird erreicht, dass nicht hubrelevante Flüge, die nicht in ein globales Netzwerk eingebunden sind, ihren Flugplan so legen, dass sie während der lärmsensitiven Zeiten nicht am Flughafen Zürich starten oder landen.

Um tatsächlich lenkungswirksam zu sein, wären jedoch für Kurzstreckenflugzeuge Zuschläge in der Grössenordnung von 1.000–2.000 € pro Start oder Landung für ältere, laute Jets lenkungswirksam, da bereits so mehr als der Gewinn des Fluges neutralisiert würde. Bei zwei täglichen Flügen summieren sich diese Zusatzkosten auf rund 750'000 – 1,5 Mio. € pro Jahr und können damit Investitionsentscheidungen in der Flottenplanung massgeblich beeinflussen. Ergänzend können Rabatte

(z.B. 30 % auf den Basistarif) für leisere Flugzeuge den Anreiz zur Modernisierung verstärken. Oder es könnten andere Flughafenengebühren gesenkt werden, um einerseits einen Anreiz für Fluggesellschaften zu schaffen, leisere Flugzeuge zu beschaffen und andererseits Fluggesellschaften mit lauten Flugzeugen zu bestrafen (Bonus-Malus-System). Entscheidend ist, dass die Differenz für die Airlines deutlich spürbar ist – andernfalls werden die Gebühren lediglich als betriebliche Zusatzkosten akzeptiert.

6 Einschränkungen und Disclaimer

Das vorliegende Gutachten erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr will es als Orientierungshilfe zu dem komplexen Themenbereich der Lärmgebühren dienen. Jegliche Haftung für die Anwendung und/oder Umsetzung der hier gewonnenen Erkenntnisse wird ausgeschlossen.

7 Quellen- und Literaturverzeichnis

Die folgend aufgeführte Literatur hat als Grundlage für die Analysen und die Beantwortung der Fragen an den Gutachter gedient. Es wurde teilweise im Text darauf verwiesen.

Bücher, Berichte, Daten

Adler, N., Forsyth, P., Mueller, J., & Niemeier, H. M. (2015). *An economic assessment of airport incentive regulation*. *Transport Policy*, 41, 5-15.

AIP Switzerland. 1. Feb. 2018. Skyguide.

Basner, M., Clark, C., Hansell, A., Hileman, J. I., Janssen, S., Shepherd, K., & Sparrow, V. (2017). Aviation Noise Impacts: State of the Science. *Noise & health*, 19(87), 41–50. https://doi.org/10.4103/nah.NAH_104_16

BAZL. (2011). *Volkswirtschaftliche Bedeutung der Zivilluftfahrt in der Schweiz*.

BAZL. (2025). *Verfügung über die Genehmigung der Anpassung der Lärmgebühren am Flughafen Zürich*.

Bundesverwaltungsgericht. *Urteil vom 30.10.2013*.

Czerny, A.I. (2020). *Optimal Use-it-or-lose-it Rules for Airport Slot Management*. Hong Kong Polytechnic University – Faculty of Business.

Flughafen Zürich AG. *Diverse Statistiken*

Flughafen Zürich AG. (2017). *Nachweis der Lärmbelastung im Betriebsjahr 2016*. FZAG 30.9.2017

Flughafen Zürich AG. (2024). *Gesuch Gebührenreglement Flughafen Zürich*.

Graham, A. (2013). *Managing Airports 4th edition: An international perspective*. Routledge.

INFRAS. (2017). *Management Summary Studie „Volkswirtschaftliche Bedeutung des Flughafens Zürich: Ergebnisse für das Jahr 2016“*. Zürich. FZAG.

International Civil Aviation Organization (ICAO). (2017). *Annex 16: Environmental Protection, Volume 1: Aircraft Noise, 8th Edition*. Montreal. ICAO.

Inter Working Group on Social Cost of Greenhouse Gases. (2016). *Technical Update of the Social Cost of Carbon for Regulatory Impact Analysis; United States Government*.

Intraplan Consult GmbH. (2015). *Monitoring der Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Luftverkehrs*.

- Jäggi, F. (2000). Gestaltungsempfehlungen für Hub-and-Spoke-Netzwerke im europäischen Luftverkehr – Ein ressourcenbasierter Ansatz. Dissertation Universität St. Gallen.
- Peter, M., Bertschmann, D., Bieler, C., & Maibach, M. (2015). *Luftverkehr und Nachhaltigkeit*. Infrac 19.5.2015
- Bertschmann, D., Killer, M., Peter, M., Eichler, M., Eugster, O., Karl, M., & Peters, M. (2017). *Volkswirtschaftliche Bedeutung des Flughafens Zürich*. Infrac 9.11.2017
- Schraven, J.C., Wittmer, A., & Tockenbürger, L. (2017). Integrated Capstone Project EMBA HSG, Swiss Case Study.
- Sheng, D., Li, Z., & Fu, X. (2019). *Modeling the effects of airlines slot hoarding behavior under the grandfather rights with use-it-or-lose-it rule*. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 122, pp48-61.
- Slot Coordination Switzerland. Diverse Statistiken.
- SR Technics. (2006). *Schallschutzanlage ZRH*. 30.6.2006
- Swiss International Airline. *Diverse Unterlagen, Berechnungsgrundlagen und Daten*
- Wittmer, A., Bieger, T., & Müller, R. (2011). *Aviation Systems – Management of the Aviation Value Chain*. Springer 2011.
- Wittmer, A., Fröhlich, P., Weinert, R., & Axhausen, K. (2008). *Luftfahrt im Spannungsfeld von Ökonomie, Ökologie und Gesellschaft*. HSG, ETH und Verkehrsconsulting Fröhlich, 21.8.2008.
- Wittmer, A. (2018). Lärmgebühren am Flughafen Zürich. Gutachten.

AI

Elicit.com, Deepl und ChatGPT wurden zur Sprachprüfung und Umformulierung, Zusammenfassung und Erstellung von Tabellen aus Fliesstexten oder umgekehrt verwendet. Elicit wurde zur Literaturrecherche angewendet.

8 Anhang: Veränderung Lärmklasseneinteilung

Lärmklasse I	
<ul style="list-style-type: none"> • Airbus A330 Serie -300 • Antonov An124 • Boeing B707 Serie -100B/ -300B/ -300 • Boeing B727 Serie -100/ -200/ -200 ADV/ -200 Hushkit • Boeing B737 Serie -200/ -200 ADV • Boeing B747 Serie -100/ -200/ -SP/ -300 SUD/ -400 • Boeing B777 Serie -200ER/ -300 • Douglas DC8 Serie -50/ -61/ -62/ -63 • Douglas DC10 Serie -10/ -30/ -30ER/ -40 • Boeing B777 Serie -200ER/ -300 • Douglas DC8 Serie -50/ -61/ -62/ -63 	<ul style="list-style-type: none"> • Douglas DC10 Serie -10/ -30/ -30ER/ -40 • McDonnell Douglas MD11 • McDonnell Douglas MD80/ -81/ -82/ -83 • Fokker F28 -1000/ -2000/ -3000/ -4000/ -5000/ -6000 • Gulfstream GLF-I/II / III • Hawker Siddeley HS 125 Serie -400/ -600 • Iljuschin IL62/ -62M • Iljuschin IL76 M/ T/ TD • Iljuschin IL86 • Tupolew TU134A • Tupolew TU154/ A / B / B1/ B2
Lärmklasse II	
<ul style="list-style-type: none"> • Airbus A300 B2-100/ -200/ -300/ B4-100/ B4-200/ C4 • Airbus A300 Serie -600 • Airbus A310 Serie -200/ -300 • Airbus A321 • Airbus A330 Serie -200/ -300 • Airbus A340 Serie -200/ -300/ -500/ -600 • Airbus A380 Serie -800 • Boeing B767 Serie -200/ -200ER/ -300/ -300ER/ -400ER 	<ul style="list-style-type: none"> • Boeing B777 Serie -200LR/ -300ER • Douglas DC8 Serie -70 • McDonnell Douglas MD87 • Falcon FA50 • Gulfstream G150 • Hawker Beechjet BE400 A/XP • Iljuschin IL96 M Serie -300 • Tupolew TU154 M • Yakovlev Yak 40/ -42
Lärmklasse III	
<ul style="list-style-type: none"> • Airbus A320 • Airbus A321 • Airbus A21N (GTF) • Boeing B717 Serie -200 • Boeing B737 Serie -300/ -400/ -800/ -900 • Boeing B737 Max 9 • Boeing B757 Serie -200/ -300 • Boeing B777 Serie -200 • Bombardier BD700 Global 7500/8000 	<ul style="list-style-type: none"> • Cessna C650 Citation III, VI, VII • Embraer ERJ 170/ -175/ -190/ -195 • Falcon FA Serie -20/ -200/ -900/ 7X • Gulfstream G IV (G300/G350/G400/G450) • Mitsubishi MU-300 • Sabreliner SAB-NA-265 Serie 65 / 70 / 80 • Westwind IAI-1124/ -1125/ AJ25 • Tupolew TU204 Serie -100/ -200

Lärmklasse IV	
• Airbus A318	• Bombardier CL30 / CL35
• Airbus A319	• Canadair CRJ 700/ -900/ -1000
• Airbus A320	• McDonnell Douglas MD90
• Airbus A20N / A21N (GTF)	• Dornier DO328 Serie -300
• Airbus A21N (LEAP)	• Embraer EMB 135 BJ Legacy 650
• Airbus A350 Serie -900/ -1000	• Embraer Phenom 300
• Boeing B717 Serie -200	• Embraer ERJ 170/ -175/ -190/ -195
• Boeing B737 Serie -500/ -600/ -700	• Falcon FA Serie -10/ -2000
• Boeing B737 Max 8	• Fokker F70/ F100
• Boeing B787 Serie -8/ -9	• Gulfstream G150/G200/ G280)
• Beechcraft Primer 1	• Gulfstream-G-IV/ G V (G500/G550)/ G VI (G650)
• Bombardier BD700 Global 5000/ 5500	• Hawker Beechcraft 4000 Horizon
• Bombardier BD700 Global Express 6000/ -6500 (GLEX)	• Learjet LR Serie -30/ -50
Lärmklasse V	
• Airbus A221 / A223	• Dornier DO328 Serie -300
• Airbus A20N / A21N (LEAP)	• Embraer EMB 135 BJ Legacy 600/ -145ER
• AVRO RJ -70/ -85/ -100	• Embraer Phenom 100 / 300
• BEA BA-146 Serie -100/ -200/ -300	• Embraer E290 / E295
• Beechcraft Premier 1	• Hawker Siddeley HS125 Serie -700/ -800/ -900/ -1000
• Canadair CL601/ CL604/ CL605/ CL650	• Learjet LR Serie -30/ -45/ -60/ -70/ -75
• Canadair RJ100/ RJ200/ ER/ LR	
• Cessna C500, C510, C525, C550, C560, C680, C700, C750	

Quelle: Flughafen Zürich AG

St.Gallen, den 31. Oktober 2025

Center for Aviation and Space Competence

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'A. Wittmer', written in a cursive style.

Dr. oec. Andreas Wittmer