

Prof. Dr. Marie-Therese Wolfram
Mathematics Institute
University of Warwick
CV4 7AL Coventry
United Kingdom

18.11.2021

Gutachterliche Stellungnahme zu Punkt 2.4. der Flughafenentgeltordnung der Flughafen Wien AG - Lärmentgelte

Sehr geehrte Damen und Herren,

Die gegenständliche gutachterliche Stellungnahme wurde im Auftrag des Vereins BürgerInnen für Transparenz, Kostenwahrheit und Nachhaltigkeit in der Luftfahrt erstellt. Sie befasst sich mit der Frage, ob die Formeln (samt Erläuterungen) für die Ermittlung der Lärmentgelte gemäß Punkt 2.4. der Flughafenentgeltordnung der Flughafen Wien AG, gültig seit 1. Jänner 2021,¹ aus mathematischer Sicht ein nachvollziehbares Regelwerk darstellen. Punkt 2.4. der Flughafenentgeltordnung ist dieser gutachterlichen Stellungnahme als Beilage angeschlossen. Meinen CV finden Sie ebenfalls anbei.

Der Flughafen Wien präsentiert in Punkt 2.4. ein Regelwerk, welches eine Korrelation zwischen emittierten Flugzeuglärm und zu entrichtenden Lärmentgelten herstellen soll. Minimale Voraussetzungen eines solchen Regelwerks sollten einerseits die mathematische Nachvollziehbarkeit als auch `self-consistency` sein. Darunter versteht man, dass in einem Regelwerk alle zur Berechnung eines bestimmten Wertes erforderlichen Kennzahlen und Erklärungen zur Verfügung stehen müssen. Diese minimalen, jedoch grundsätzliche Anforderung wurden klar verfehlt - es ist nicht möglich, mit Hilfe der bezeichneten Formeln sinnvolle mathematische Berechnungen anzustellen. Dazu führe ich näher aus wie folgt:

1. Berechnung des Lärmentgelts (Schritt 1): Die Einheit des `offizielle für die Nacht geltenden Schall-Schwellenwert Lärmbelastungsschwellenwert (X)` , welcher mit 81 angegeben wird, ist nicht angeführt. Auch die Quelle des Wertes 81, also woher dieser bezogen wird, fehlt. Von Seiten des Auftraggebers wurde der Hinweis gegeben, dass in Österreich der Immisionsschwellenwerte für Fluglärm in der Luftverkehr-Lärmemissionsschutzverordnung („LuLärmIV“: BGBl. II Nr. 364/2012) geregelt sind. Der Wert 81 lässt sich weder in dieser Verordnung noch in der Empfehlung der WHO zu Fluglärm finden. Allerdings ist es auch fraglich, ob diese Schwellenwerte für die gegenständliche Berechnung überhaupt geeignet wären.

¹ genehmigt vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie als Oberste Zivilluftfahrtbehörde mit Bescheid GZ: 2020-0.594.760 vom 16. Dezember 2020; abrufbar im Internet unter <https://www.viennaairport.com/jart/prj3/va/uploads/data-uploads/Entgeltordnung%202021.pdf>.

2. Die Variablen K, L und M in der Berechnung des individuellen Lärmentgelts MW_{regi} werden nicht explizit definiert, noch sind ihre Einheiten angegeben. Aus dem ersten Absatz in 2.4.2 lässt sich erahnen, dass diese dem Lärmwert_K, Lärmwert_L und Lärmwert_M entsprechen. Jedoch sollte dies als auch die verwendeten Einheiten klar und explizit angegeben werden.
3. Es wird nicht dargelegt, weshalb ein logarithmisches Mittel in der Berechnung des Lärmentgelts verwendet wird. Beim logarithmischen Mittel werden höhere Werte stärker gewichtet – so ist zum Beispiel das arithmetische Mittel der Werte 4 und 20 gleich 12, das logarithmische Mittel jedoch 17.1 (auf eine Dezimalstelle gerundet). Das mit der Gewichtung verfolgte Rechenziel sollte erklärt werden.
4. Die Berechnung der Chapterzahl Ch_{regi} (Schritt 2) ist nicht nachvollziehbar. Wieso ergibt sich die Chapter Zugehörigkeit aus der „linearen Differenz“ des ICAO Werts und des individuellen Lärmwerts? Inwiefern lässt sich aus dieser Differenz auf die Lärmbelastung schließen?
5. Die Berechnung des sich daraus ergebenden Lärmentgelt (Schritt 3) ist nicht nachvollziehbar. Ist die Chapterzahl Ch_{regi} negativ oder Null, d.h. der individuelle Lärmwert laut LFZ-Zertifikat ist grösser oder gleich dem ICAO Wert, so wird mit fixem Entgelt von 1000 Euro gerechnet. Für Chapterzahlen größer als 1, d.h. der individuelle Lärmwert laut LFZ Zertifikat liegt unter dem ICAO Wert, reduziert sich das Entgelt invers proportional mit der Differenz. Durch diese Art der Berechnung kommt es zu einer signifikanten Reduzierung auch bei kleinen Differenzen ($NC_{\text{Quali}}=100$ für $Ch_{\text{regi}}=5$ bzw. $NC_{\text{Quali}}=50$ für $Ch_{\text{regi}}=10$). Es ist nicht ersichtlich, weshalb eine solche Klassifizierung zu höheren Entgelten bei höheren Lärmwerten führt. Des weiteren ist das Lärmentgelt für den Wert $Ch_{\text{regi}}=1$ nicht definiert.
6. Die Variable $NC_{\text{Laermpegel}}$ in der Formel für NC_{total} (Schritt 5) ist nicht definiert. Vermutlich ist hier die Variable F gemeint.
7. In Schritt 6 ist die Variable G in der Berechnung des Ausgleichs (W) nicht definiert. Der Flughafen Wien erklärt, dass der Wert (W) auf der Homepage www.viennaairport.com veröffentlicht wird. Mein Suche danach verlief allerdings ergebnislos, Schritt 6 kann daher nicht durchgeführt werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass das präsentierte Regelwerk nicht nachvollziehbar ist. Es fehlen Quellenangaben, Definitionen als auch für das Verständnis wichtige Erläuterungen. Ein Regelwerk dieser Art sollte einen klaren Zusammenhang zwischen physikalischen Größen, in diesem Fall dem durch das LFZ emittierten Fluglärm, und den zu entrichtenden Entgelten herstellen. Eine solche Korrelation ist im derzeitigen Regelwerk nicht erkennbar. Ganz grundsätzlich stellt sich die Frage, weshalb eine so komplizierte Berechnung überhaupt gewählt wurde. Um dies zu beurteilen müsste man allerdings zuerst das derzeitige Regelwerk verstehen und nachvollziehen können.

Mit freundlichen Grüßen


Prof. Dr. Marie-Therese Wolfram

2.4. LÄRMENGTELTE

2.4.1. Allgemeines

Die Berechnung des Lärmentgelts erfolgt auf Basis objektiver individueller Lärmwerte der einzelnen LFZ.

Für die Feststellung der unter Ziffer 2.4.2. angeführten Bemessungsgrundlage hat der Flugdurchführende oder Luftfahrzeughalter oder das Luftverkehrsunternehmen oder der Eigentümer des LFZ dem Zivilflugplatzhalter das Lärmzertifikat des LFZ zur Verfügung zu stellen (statistics@viennaairport.com).

Der grundsätzliche Anspruch des Zivilflugplatzhalters auf dieses Entgelt entsteht mit der Bodenberührung des LFZ auf dem Flughafen Wien - Schwechat. Anflüge (auch zu Schulungs- bzw. Trainingszwecken) sind - auch wenn keine Landung am Flughafen Wien - Schwechat erfolgt - entgeltpflichtig.

Werden das Lärmzertifikat des LFZ durch den Flugdurchführenden oder dem Luftfahrzeughalter oder dem Luftverkehrsunternehmen oder dem Eigentümer des LFZ dem Zivilflugplatzhalter nicht vor oder zum Zeitpunkt der Landung am VIE zur Verfügung gestellt, so wird für dieses LFZ durch den Zivilflugplatzhalter ein Ersatzzertifikat erstellt. Dazu werden die Lärmwerte dieses LFZ-Typs mit dem höchsten Durchschnittswert der Lärmwerte „approach“, „lateral“ und „flyover“ herangezogen, welches innerhalb der letzten 12 Monate am Flughafen Wien gelandet ist.

Der Zivilflugplatzhalter berücksichtigt Werte von Lärmzertifikaten bei der Entgeltberechnung unverzüglich, sobald sie angezeigt und nachgewiesen worden ist. Eine rückwirkende Erstattung erfolgt nicht.

2.4.2. Bemessungsgrundlagen und Sätze

Die Bemessungsgrundlagen für das zu entrichtende **Lärmentgelt pro Movement** unterteilen sich wie folgt:

Die individuellen Lärmwerte des LFZ gemäß Lärmzertifikat (in EPNdB ausgedrückt) sowie das ICAO-Lärmlimit für den entsprechenden LFZ-Typ stellen die Ausgangswerte für die Berechnung der Lärmgebühr dar. Der individuelle Lärmwert eines LFZ setzt sich wie folgt zusammen:

- **Take Off / Fly Over** (Lärmwert_K)
- **Approach** (Lärmwert_L)
- **Sideline / Full Power / Lateral** (Lärmwert_M)

Alle Werte in EPNdB werden auf 6 Kommastellen gerundet, alle EUR-Werte werden auf 2 Kommastellen gerundet.

1. Schritt | Berechnung Lärmentgelt_{LÄRMPEGEL}

Vom logarithmisch gemittelten Lärmwert des individuellen LFZ (MW_{regi}) wird der offizielle für die Nacht geltende Schall-Schwellenwert **Lärmbelastungsschwellenwert (X)** subtrahiert. Der dadurch entstehende Wert wird mit dem **Lärmentgelt pro EPNdB (U)** multipliziert. Dies ergibt das individuelle **Lärmentgelt_{LÄRMPEGEL} des LFZ VOR Ausgleich und OHNE Berücksichtigung der Lärmqualität (NC_{QUALI})**.

$$MW_{\text{regi}} = 10 * \text{LOG} \left(\frac{10^{(K/10)} + 10^{(L/10)} + 10^{(M/10)}}{3} \right)$$

Lärmentgelt (U): € 1,00

Lärmbelastungsschwellenwert (X): 81

$$F = (MW_{\text{regi}} - X) * U$$

2. Schritt | Berechnung Chapterzahl

Die **ICAO-Lärmwerte** ergeben sich aufgrund des MTOW des LFZ und der Anzahl der Triebwerke auf Grund folgender **ICAO-Regel**:

M=Maximum take-off Mass in 1.000 Kg	0	20.2	28.6	35	48.1	280	385	400
Lateral full-power noise level (EPNdB) All aeroplanes	94		80.87 + 8.51 log M				103	
Approach noise level (EPNdB) All aeroplanes	98		86.03 + 7.75 log M			105		
Flyover noise levels (EPNdB)	2 engines or less		89		66.65 + 13.29 log M			101
	3 engines		89		69.65 + 13.29 log M			104
	4 engines or more		89	71.65 + 13.29 log M				106

Die **Chapterzahl CH_{regi}** ergibt sich aus der linearen **Differenz zwischen den ICAO Lärmwerten und den individuellen Lärmwerten des LFZ gemäß Zertifikat in EPNdB**:

$$CH_{\text{regi}} = \text{ICAO}(\text{Lärmwert}_K + \text{Lärmwert}_L + \text{Lärmwert}_M) - \text{LFZ-Zertifikat} (\text{Lärmwert}_K + \text{Lärmwert}_L + \text{Lärmwert}_M)$$

3. Schritt | Berechnung Lärmentgelt_{QUALITÄT}

Das Lärmentgelt_{QUALITÄT} **NC_{QUALI}** ergibt sich wie folgt:

wenn $CH_{\text{regi}} < 1$, dann $NC_{\text{QUALI}} = \text{€ } 1.000,--$

wenn $CH_{\text{regi}} > 1$, dann $NC_{\text{QUALI}} = \text{€ } 500,-- / CH_{\text{regi}}$

4. Schritt | Bonifizierungen

Folgende freiwillige Maßnahmen der Fluglinien zur Lärmverminderung werden mit **jeweils 15% Abzug** vom berechneten Lärmentgelt der Landung und/oder des Starts bonifiziert:

⇒ **Bonus Technische Ausstattung: z.B. VORTEX**

-) Ausstattung eines LFZ mit VORTEX-Wirbelgeneratoren

-) wenn angebracht => **15% Bonus auf das Lärmentgelt der Landung und des Starts**

-) Die Installation von VORTEX-Wirbelgeneratoren muss durch ein offizielles Dokument belegt werden

⇒ **Bonus Flugverfahren: CURVED APPROACH**

-) dieses Flugverfahren ist noch nicht eingeführt
-) der Nachweis wird über das TANOS-System erbracht
-) Wenn der CURVED APPROACH geflogen wird, wird das **Lärmentgelt für die Landung mit 15% Abzug bonifiziert**

5. Schritt | Berechnung Lärmentgelt_{TOTAL}

Somit ergibt sich für ein LFZ folgendes **Lärmentgelt_{TOTAL} VOR Ausgleich und MIT Berücksichtigung der Lärmqualität (NC_{TOTAL})**:

$$NC_{TOTAL} = (NC_{Lärmpegel} + NC_{Qualität}) - \text{Bonifikation}$$

6. Schritt | Berechnung Lärmentgelt_{FINAL} NACH Ausgleich

Von Seiten des Flughafens Wien erfolgt eine Berechnung der Lärmentgelte vor Ausgleich nach dem bisher beschriebenen Modell für alle in Betracht kommenden LFZ-Bewegungen. Aus der Summe dieser Lärmentgelte wird das durchschnittliche Lärmentgelt pro Bewegung berechnet, das den **Ausgleich (W)** bildet:

$$W = (\sum G \text{ aller Movements im Betrachtungszeitraum}) / \sum \text{ aller Movements im Betrachtungszeitraum}$$

Das zu entrichtende **Lärmentgelt NACH Ausgleich (NC_{FINAL})** pro Bewegung wird nun berechnet, indem der **Ausgleich (W)** von der individuellen Lärmgebühr des einzelnen LFZ abgezogen wird.

$$NC_{FINAL} = NC_{TOTAL} - W$$

Der Betrachtungszeitraum zur Ermittlung des Ausgleichswertes ist mindestens 6 Monate. Der aktuelle Ausgleichswert (W) ist auf der Homepage www.viennaairport.com veröffentlicht und wird im Bedarfsfall angepasst.

Personal information

Date of Birth: 18.08.1982

Nationality: Austria

Website: <https://warwick.ac.uk/fac/sci/math/people/staff/wolfram/>

Education

2013 Habilitation (Venia docendi), University of Vienna, Austria

2008 Dr. techn. (passed with distinction); Kepler University Linz, Austria;

2005 Dipl.-Ing. Applied Mathematics, Kepler University Linz, Austria

Employment

Since 04/21 Full Professor, Mathematics Institute, University of Warwick

10/20 - 3/21 Reader, Mathematics Institute, University of Warwick

2018 -9/20 Associate Professor, Mathematics Institute, University of Warwick

2016-2018 Assistant professor, Mathematics Institute, University of Warwick

2013-2016 Project leader and senior researcher, RICAM, Austrian Academy of Sciences, Austria

2010-2013 Post-Doc (self-funded), Department of Mathematics, University of Vienna, Austria

2008-2010 Research associate at DAMTP, University of Cambridge, UK

2005-2008 PhD student at RICAM, Austrian Academy of Sciences, Austria and
the University of Münster, Germany

Publication summary

43 publications in peer-reviewed journals (4 publications in journals of different scientific fields), 6 peer-reviewed publications in conference proceedings, 6 submitted

Awards and prizes

2014–2022 Member of the 'Young Academy' of the Austrian Academy of Sciences

2018 IAS August Wilhelm Scheer Visiting Professor, TU Munich, Germany

2020 John Ockendon Prize, European Journal of Applied Mathematics

Research grants (as PI) Austrian Science Fund FWF (206 kEuro), 2010–2013; Austrian Academy of Sciences ÖAW (1600 kEuro), 2014-2020; Engineering and Physical Sciences Research Council EPSRC (102 kGBP), 2017–2019; Royal Society International Exchange Grant (12 kGBP), 2017-2019

Grants for scientific event organisation (as co-PI): ICMS 2015 & 2018 (2x 20 kGBP), ICERM 2017 (25 kUSD), ERSRC symposium grant 2017 (20 kGBP), CIRM 2019 (57 kEUR), IMA Small Grant 2015 & 2018 (1000 & 600 GBP)

Professional service

- Associate editor: Transactions of Mathematics and Applications, IMA and Oxford University Press; Kinetic and Related Models, AIMS; Partial Differential Equations and Applications, Springer Nature
- Editor: Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Physik, Springer
- Referee (selected): Inverse Problems, Mathematical Models and Methods in Applied Sciences, Mathematical Modelling and Numerical Analysis, Proceedings of the Royal Society A, SIAM journals MMS, SIMA, SIAP, SISC; Kinetic and Related Models
- Reviewer for the German Science Foundation (DFG), Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO), Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), Humboldt Foundation, Italian Ministry of Education, University and Research (PRIN 2017)
- Directors board of the Young Academy of Sciences of the Austrian Academy of Sciences
- Women encouragement: 'Recent contributions of Women to PDE', Vienna, Austria; 'Women in Math' Day 2019, QMU, London; 'Gender related scientific brain drain', Vienna, Austria.