

Weiterentwicklung der „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen, AzB“

Thomas Myck¹, Berthold M. Vogelsang²

¹ Umweltbundesamt, 06844 Dessau-Roßlau, Deutschland

² Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, 30169 Hannover

E-Mail: thomas.myck@uba.de

E-Mail: berthold.vogelsang@mu.niedersachsen.de

Einleitung

Das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm [1] sieht die Festsetzung von Lärmschutzbereichen an Verkehrsflughäfen, größeren Verkehrslandeplätzen und verschiedenen militärischen Flugplätzen vor. Es wird durch drei Rechtsverordnungen konkretisiert: Die „1. Fluglärmschutzverordnung“ beschreibt das Verfahren zur Ermittlung des Lärmschutzbereichs [2]. Die Verordnung verweist auf ein Regelwerk, das aus der „Anleitung zur Datenerfassung, AzD“ und der „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen, AzB“ besteht [3]. Die „2. Fluglärmschutzverordnung“ behandelt die baulichen Schallschutzanforderungen innerhalb der Schutzzonen des Lärmschutzbereichs [4]. Während diese beiden Rechtsverordnungen bei jeder Festsetzung des Lärmschutzbereichs anzuwenden sind, gilt die „3. Fluglärmschutzverordnung“ nur für den Neubau oder wesentlichen Ausbau von Flugplätzen [5]. Sie regelt die finanzielle Entschädigung für Beeinträchtigungen der Nutzung des Außenwohnbereichs in der Tag-Schutzzone 1 des Lärmschutzbereichs.

Aktuelle Entwicklungen im Luftverkehr

Nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm muss die Bundesregierung spätestens 2017 dem Deutschen Bundestag einen Bericht über die Erfahrungen mit diesem Gesetz vorlegen. Dies wirft die Frage auf, wie sich der Luftverkehr in Deutschland seit dem Inkrafttreten des novellierten Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm im Jahr 2007 entwickelt hat.

In den vergangenen zehn Jahren sind deutliche Fortschritte in der Flugbetriebstechnik erzielt worden. So wurden insbesondere folgende Flugbetriebsverfahren neu eingeführt oder sind mittelfristig in der Praxis zu erwarten:

- Flachstartverfahren
- Kontinuierlicher Sinkflug
- Gleitwinkelerhöhungen bei Instrumentenanflügen
- RNAV-Anflugverfahren
- Point-Merge-Verfahren
- Lange Schwebeflüge mit Hubschraubern über festen Positionen.

Darüber hinaus sind verschiedene neue Luftfahrzeugmuster auf den Markt gekommen, wie beispielsweise Airbus A350, Boeing 787 und Bombardier C-Series. Diese Verkehrsflugzeuge weisen geringere Geräuschemissionen als vergleichbare ältere Flugzeuge auf, da sie mit einer modernen Lärmreduzierungs-technologie ausgestattet sind. Zudem haben sich die Lärmzulassungsbedingungen durch die Einführung eines neuen Kapitels 14 im Anhang 16, Band I, zum Luftfahrtabkommen der Internationalen Zivilluftfahrt-

Organisation ICAO [6] geändert. Darin wurde der aktuelle Kapitel-4-Lärmgrenzwert um 7 dB verschärft. Dieser Wert gilt für neue Flugzeuge mit einer maximalen Startmasse über 55 t, die ab 31.12.2017 zugelassen werden. Für leichtere Flugzeuge gilt der Kapitel-14-Grenzwert drei Jahre später.

Auch im militärischen Bereich werden gegenwärtig verschiedene neue Luftfahrzeuge eingeführt. Hierzu gehören z. B. der Airbus A400M, Tilt-Rotor-Flugzeuge vom Typ CV-22 und Drohnen. Diese Entwicklung ist ebenfalls für das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm und das zugehörige untergesetzliche Regelwerk relevant, da auch für militärische Flugplätze Lärmschutzbereiche festzusetzen sind.

Auswirkungen auf das Regelwerk

Nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm wird der Lärmschutzbereich auf der Grundlage einer Flugbetriebssituation in zehn Jahren festgesetzt. Das bedeutet, dass zukünftige Entwicklungen des Luftverkehrs bereits jetzt beim Gesetzesvollzug zu berücksichtigen sind. Dabei ist zwischen den flugbetrieblichen Neuerungen und der Einführung neuer Luftfahrzeugbaureihen zu unterscheiden.

Die Einbeziehung neuer Flugbetriebsverfahren lässt sich in der Regel durch eine geeignete Beschreibung im Datenerfassungssystem realisieren. So bietet die AzD die Möglichkeit, Höhenprofile individuell zu beschreiben. Dadurch können z. B. Flächennavigations(RNAV)-Anflugverfahren in den meisten Fällen abgebildet werden.

Einen Sonderfall bilden solche Hubschrauber-Hover-Übungen, bei denen längere Zeit über einem festen Punkt geschwebt wird. Die AzD und AzB enthalten zwar grundsätzlich auch Vorgaben zur Beschreibung der Hoverstrecken von Hubschraubern. Diese Strecken beschreiben jedoch den Schwebeflug des Hubschraubers von der Parkposition bis zum Übergang in den Steigflug bzw. vom letzten Teil des Landeanflugs bis zur Parkposition. Demgegenüber finden die angesprochenen Hover-Übungen meistens in einer Höhe von ungefähr 10 m über dem Boden statt und dauern ca. 30 Minuten. Hierfür enthalten die AzD und AzB keine Regelungen. Um dennoch auch diese speziellen Hover-Übungen bei der Berechnung von Lärmschutzbereichen zu berücksichtigen, wird folgender Ansatz empfohlen: Die Hoverflüge können als Punktschallquelle betrachtet werden. Punktschallquellen werden in der AzB bereits zur Modellierung des Betriebs von Hilfsgasturbinen in Flugzeugen (Auxiliary Power Units, APUs) verwendet. Davon ist die AzB-APU-Klasse „APU 2-S“ am geeignetsten, da diese eine APU repräsentiert, die in

einer Flughöhe von 8,5 m installiert ist und standardmäßig 30 Minuten lang betrieben wird. Die Geräuschemission dieser Turbine ist im AzB-Datenblatt für diese APU-Klasse angegeben. Ein Vergleich mit den ebenfalls in der AzB enthaltenen akustischen Daten für verschiedene Hubschraubergruppen zeigt, dass bis auf die Hubschraubergruppe H 1.0 alle anderen Hubschraubergruppen lauter als die APU 2-S sind. Um dies auszugleichen, d. h. um die APU genauso laut zu machen wie die verschiedenen AzB-Hubschraubergruppen, sollte im Datenerfassungssystem die Anzahl der Hover-Übungen um die in Tabelle 1 angegebenen Faktoren erhöht werden.

Tabelle 1: Multiplikationsfaktoren zur Beschreibung von quasi-stationären Hoverflügen

AzB-Hubschraubergruppe	Multiplikator für die Anzahl der Hover-Übungen
H 1.0	0,7
H 1.1	2,2
H 1.2	4,0
H 2.1	6,6
H 2.2	13,2

Hinsichtlich der Flugstreckenbeschreibung für die Hover-Übungen sind die Vorgaben in der AzB zu beachten. Zusätzlich sollte an der Stelle, an der die Hover-Übung durchgeführt wird, ein „APU 2-S“-Punkt gesetzt werden. Für diese Position sollte dann die Anzahl der Hover-Übungen entsprechend Tabelle 1 ermittelt und im Datenerfassungssystem angegeben werden.

In der AzD sind die einzelnen Luftfahrzeuggruppen festgelegt. Die Definition dieser Gruppen ist einerseits so allgemein gehalten, dass auch zukünftige Luftfahrzeugmuster davon erfasst werden. Andererseits wurde durch geschickte Kriterienwahl erreicht, dass ein Luftfahrzeug stets nur einer einzigen Luftfahrzeuggruppe zugeordnet werden kann und damit eine eindeutige Zuordnung gewährleistet ist. Dies ist eine große Stärke der AzD, die sich sowohl im zivilen als auch militärischen Bereich positiv auswirkt. So können z. B. die neuen Luftfahrzeugmuster Airbus A350 und Boeing 787 der bestehenden AzB-Luftfahrzeuggruppe S 6.2 zugeordnet werden. Ebenso wird das militärische Transportflugzeug Airbus A400M durch die Luftfahrzeuggruppe P-MIL 2 erfasst. Es ist somit auch bei Einführung neuer Luftfahrzeugmuster ein einwandfreier Gesetzesvollzug möglich. Nachteilig ist jedoch, dass die Luftfahrzeuggruppen durch eine zunehmende Anzahl von Luftfahrzeugbaureihen ausgeweitet werden. Dies wird besonders bei der Luftfahrzeuggruppe S 5.2 deutlich. Diese Gruppe ist in der AzD wie folgt definiert: „Strahlflugzeuge mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 50 t bis 120 t und einem Triebwerks-Nebenstromverhältnis größer als 3, die den Anforderungen des Anhangs 16 zum Abkommen über die Internationale Zivilluftfahrt, Band I, Kapitel 3 oder Kapitel 4 entsprechen und im Jahr 1982 oder danach gebaut wurden“[3]. Diese Gruppe bestand bei Inkrafttreten des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm im Jahr 2007 im Wesentlichen nur den Luftfahrzeugmustern Airbus A320 und Boeing 737-300. Heutzutage fallen in die Luftfahrzeuggruppe S 5.2 praktisch alle

Mittelstreckenflugzeuge, und zwar Airbus A318/A319/A320/A321, Boeing 737-300/400/500/600/700/800/900 sowie Boeing 737-BBJ-Versionen und verschiedene Flugzeuge des Herstellers Embraer. Es erhebt sich daher die Frage, ob diese Entwicklung in den AzB-Luftfahrzeugklassendaten noch sachgerecht abgebildet wird.

Beurteilung der AzB-Luftfahrzeugklassendaten

Zu Beurteilung der AzB-Luftfahrzeugklassendaten empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

- Auswertung der Flugbewegungszahlen nach Start/Landung, Tag/Nacht, Bahnnutzung, Luftfahrzeugtyp
- Analyse der Flugverläufe in der Flughafenumgebung
- Durchführung von AzB-Berechnungen mit diesen Angaben
- Vergleich der Berechnungsergebnisse mit den Ergebnissen der Messstellen des Fluglärm-Überwachungssystems
- Anpassung der AzB-Luftfahrzeugklassendaten
- Vergleich der Berechnungsergebnisse unter Verwendung der angepassten AzB-Luftfahrzeugklassendaten mit den Ergebnissen der Fluglärmessstellen.

Diese Arbeitsschritte wurden am Beispiel des Luftverkehrs am Verkehrsflughafen Hannover für das Jahr 2014 durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass das dortige Verkehrsgeschehen hauptsächlich durch Flugzeuge der Luftfahrzeuggruppen S 5.1 und S 5.2 bestimmt wird. Diese Gruppen wurden daher näher betrachtet. Hierfür wurde ein detaillierter Vergleich zwischen Mess- und Berechnungsergebnissen vorgenommen.

Der Flughafen Hannover verfügt über ein Fluglärm-Überwachungssystem, das aus neun Fluglärmessstellen besteht, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

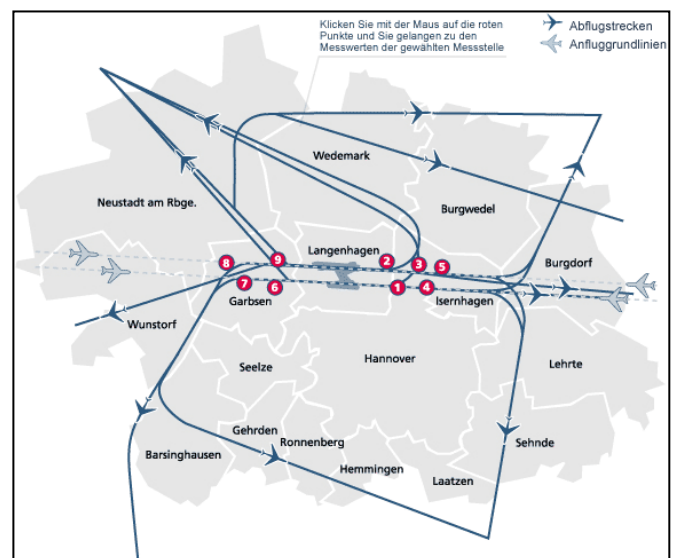


Abbildung 1: Lage der Fluglärmessstellen am Flughafen Hannover [7]

Das System wird gemäß § 19a des Luftverkehrsgesetzes kontinuierlich betrieben. Die Durchführung und Auswertung

der Messergebnisse erfolgt nach DIN 45643 [8]. Entsprechend dieser Norm werden für die Identifizierung der Fluglärmereignisse an den Messstellen sowohl akustische als auch nicht-akustische Daten verwendet. Die nicht-akustischen Informationen basieren auf Radardaten und liefern Aussagen über den jeweiligen Luftfahrzeugtyp und dessen Flugweg in der Flughafenumgebung. Diese Angaben wurden für die AzB-Berechnungen aufbereitet. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse an den einzelnen Messstellen im Jahr 2014 und die Differenz zu den Berechnungsergebnissen. Es ist ersichtlich, dass an den einzelnen Messstellen unterschiedliche Pegeldifferenzen auftreten, wobei insbesondere an der Messstelle 7 eine deutliche Abweichung gegeben ist.

Tabelle 2: Ergebnisse des Fluglärm-Überwachungssystems am Flughafen Hannover für das Jahr 2014 und Differenzen zu AzB-Berechnungen

$L_{Aeq, Tag}$ [dB(A)]				Messung minus AzB-Berechnung	
Messpunkt	Start	Landung	Jahresmittelwert	Start	Landung
MP1	50,2	53,9	55,4	-4,6	3,6
MP2	47,5	52,4	53,6	-6,5	5,0
MP3	44,2	46,2	48,3	-4,8	3,4
MP4	45,2	46,6	48,9	-1,2	1,0
MP5	40,8	42,7	44,9	-1,6	3,7
MP6	51,8	45,7	52,8	1,3	-3,8
MP7	49,2	39,9	49,7	5,5	-11,0
MP8	45,6	43,2	47,6	-0,5	-0,9
MP9	53,3	53,6	56,4	-1,1	1,3

$L_{Aeq, Nacht}$ [dB(A)]				Messung minus AzB-Berechnung	
Messpunkt	Start	Landung	Jahresmittelwert	Start	Landung
MP1	45,0	47,9	49,7	-5,3	4,0
MP2	48,0	52,7	54,0	-6,4	3,9
MP3	44,0	46,7	48,8	-4,1	2,0
MP4	42,3	41,7	45,0	-2,3	2,6
MP5	41,8	43,3	45,6	-2,1	3,1
MP6	43,4	39,5	44,9	3,9	-5,5
MP7	46,2	34,0	46,5	4,3	-8,7
MP8	44,9	42,8	47,0	-0,6	-2,2
MP9	53,1	52,8	56,0	-1,1	1,3

Die Ursachen hierfür liegen sowohl in der Lage der Messstellen als auch in der Höhe der Messschwellenpegel begründet. Nach DIN 45643 sollte der Maximalpegel für die relevanten Luftfahrzeuge 10 dB über dem Messschwellenpegel liegen. Der Schwellenpegel selbst sollte um mindestens 5 dB den Hintergrundpegel überschreiten. Dementsprechend variieren die Schwellenpegel an den verschiedenen Messstellen. Dies muss bei der Fluglärm-berechnung berücksichtigt werden, um vergleichbare Ergebnisse zu erzielen. Zudem sollte an der Messstelle eine möglichst große Flugbewegungsanzahl erfasst werden. Bei der Auswahl der Fluglärm-messstellen zur Überprüfung der AzB-Luftfahrzeugklassendaten sollten daher folgende Punkte besonders beachtet werden:

- Lage der Messstellen
- Fluglärm-berechnungen gehen von Freifeldbedingungen aus
- Fluglärm-messstellen arbeiten mit Messschwellen.

Für die vorliegende Untersuchung wurden die Messstellen 1, 2, 6 und 9 am Verkehrsflughafen Hannover ausgewählt, weil sie in Bahnnähe liegen und so eine hohe Flugbewegungsanzahl sowie stabile Flugverhältnisse gegeben sind. Für diese Messstellen wurden die Luftfahrzeuggruppen S 5.1 und S 5.2 detailliert ausgewertet. Dabei wurde zunächst der Einzelereignis-Schalldruckpegel L_{AE} für den Start und die Landung ermittelt. Die Ergebnisse für den Tag sind in Abbildung 2 dargestellt.

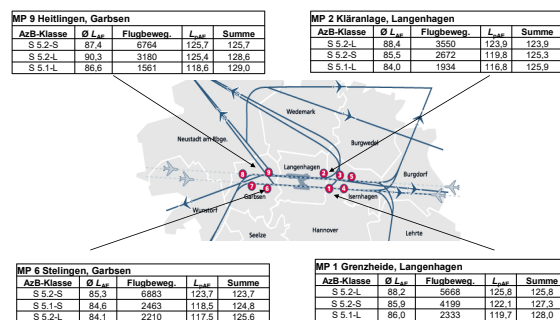


Abbildung 2: Messergebnisse tags für die AzB-Gruppen S 5.1 und S 5.2 am Flughafen Hannover

Anschließend wurden die Messergebnisse mit Berechnungen nach der AzB verglichen und daraus Vorschläge zur Änderung der Oktavpegelwerte der beiden Luftfahrzeuggruppen abgeleitet (s. Tabelle 3).

Tabelle 3: Vergleich von Mess- und Berechnungsergebnissen für die Luftfahrzeuggruppen S 5.1 und S 5.2 an ausgewählten Messstellen des Flughafens Hannover

AzB-Klasse	Messung minus AzB-Berechnung [dB]				Anpassungsvorschlag für O_n [dB]
	MP 1	MP 2	MP 6	MP 9	
S 5.1-S	5,3	4,0	6,6	4,9	+3 dB
S 5.1-L	-0,9	-3,2	-1,5	-2,3	-3 dB
S 5.2-S	0,7	3,1	0,2	4,6	+1 dB
S 5.2-L	-1,9	-1,9	-2,2	-1,7	-2 dB

Danach wurden erneut Fluglärm-berechnungen für die betrachteten Luftfahrzeuggruppen durchgeführt, und zwar mit den vorgeschlagenen Oktavpegeländerungen. Die Ergebnisse wurden dann wieder mit den Ergebnissen des Fluglärm-Überwachungssystems verglichen. Dabei zeigte sich, dass die Oktavpegeländerungen zwar grundsätzlich eine gute Anpassung an die Messwerte bewirken, aber dennoch Differenzen zwischen Tag und Nacht bestehen. Abbildung 3 veranschaulicht dies am Beispiel der Luftfahrzeuggruppe S 5.2.

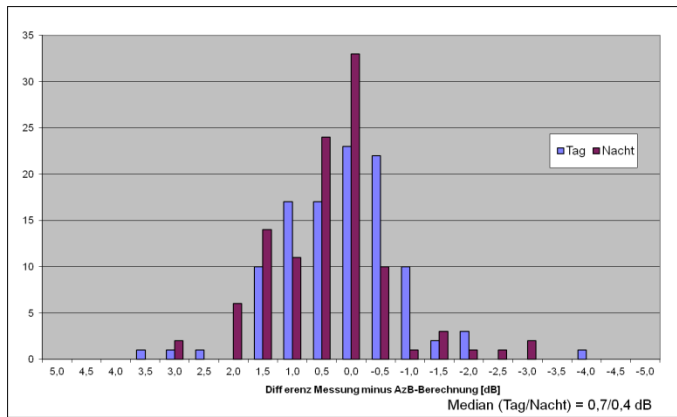


Abbildung 3: Ergebnis der Anpassung der Oktavpegel für die Luftfahrzeuggruppe S 5.2

Dies ist darauf zurückzuführen, dass am Flughafen Hannover am Tag und in der Nacht unterschiedliche Luftfahrzeuge mit verschiedener Auslastung eingesetzt werden. In zukünftigen Studien sollte daher untersucht werden, ob diese Situation auch anderen deutschen Verkehrsflughäfen gegeben ist. In diesem Fall wird vorgeschlagen, zusätzlich zu den Oktavpegeländerungen auch eine Differenzierung nach dem Auslastungsgrad bei der Luftfahrzeuggruppe S 5.2 vorzunehmen.

Fazit

Die seit Inkrafttreten des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm in der Praxis gewonnenen Erfahrungen zeigen, dass sich das Regelwerk zur Ermittlung von Lärmschutzbereichen grundsätzlich bewährt hat. Aufgrund aktueller Entwicklungen im Luftverkehr, wie der Einführung neuer Luftfahrzeugmuster, und Fortschritten in der Flugbetriebstechnik sollten jedoch die AzD und AzB weiterentwickelt werden. Hierzu sollten die am Beispiel des Verkehrsflughafens Hannover durchgeführten Analysen auch an anderen Flughäfen vorgenommen werden. Zudem sollten die Erkenntnisse aus dem aktuellen Forschungsprojekt MODAL (Modelle und Daten zur Entwicklung von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Luftverkehr) [9] und die laufenden Arbeiten an der DIN 45689 [10] genutzt werden.

Literatur

- [1] Bekanntmachung der Neufassung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm vom 31.10.2007 (BGBl. I S. 2550)
- [2] Erste Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen – 1. FlugLSV) vom 27.12.2008 (BGBl. I S. 2980)
- [3] Bekanntmachung der Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) und der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB) vom 19.11.2008, Bundesanzeiger vom 23.12.2008
- [4] Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz

Schallschutzmaßnahmenverordnung – 2. FlugLSV) vom 08.09.2009 (BGBl. I S. 2992)

- [5] Dritte Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Fluglärm-Außenwohnbereichsentschädigungs-Verordnung – 3. FlugLSV) vom 20.08.2013 (BGBl. I S. 3292)
- [6] ICAO Annex 16, Environmental Protection, Volume I: Aircraft Noise, 7th edition, International Civil Aviation Organization (ICAO), Montreal 2014
- [7] Mess- und Überwachungssystem des Flughafens Hannover, Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH <http://www.hannover-airport.de/unternehmen/umwelt-nachhaltigkeit/laermemissionen/mess-und-ueberwachungssystem>
- [8] DIN 45643 „Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen“, Ausgabe Februar 2011, Beuth-Verlag, Berlin
- [9] MODAL (Modelle und Daten zur Entwicklung von aktiven Schallschutzmaßnahmen im Luftverkehr); Projekt, das das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie im Rahmen des 4. Luftfahrtforschungsprogramms gefördert hat
- [10] Projekt DIN 45689 „Ermittlung von Fluggeräuschemissionen an Flughäfen - Teil 1: Berechnungsverfahren“, Stand: Januar 2016, DIN, Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI