

Nutzung von Flugverläufen im Nahverkehrsbereich deutscher Flughäfen für die Überwachung von Lärmschutzbereichen

Rüdiger Bartel¹ Berthold M. Vogelsang²

¹ AVIA Consult, 15344 Strausberg, Deutschland,
Email: avia-consult@t-online.de

² Niedersächsisches Ministerium für Klimaschutz und Umwelt, 30169 Hannover, Deutschland,
Email: berthold.vogelsang@mu.niedersachsen.de

1 Einleitung

Im Regelfall existieren für die zivilen Flugplätze, die unter das Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FluglärmG) fallen, Radaraufzeichnungen der Flugsicherung, die als Grundlage für die DES-Erstellung herangezogen werden können. Nach Festsetzung der Lärmschutzbereiche (LSB) sind die zuständigen Behörden verpflichtet, bei einer wesentlichen Veränderung der Lärmbelastung oder spätestens nach zehn Jahren den LSB zu überprüfen (§ 4 Abs. 5 u. 6 FluglärmG) und gegebenenfalls einen neuen LSB festzulegen. Im FluglärmG ist zwar der Begriff der wesentlichen Änderung definiert, es wird aber nicht gesagt, was als ein begründeter Anfangsverdacht anzusehen ist. Diese Information wäre jedoch wichtig, um eine kosten- und zeitintensive Ermittlung des Lärmschutzbereichs zu vermeiden.

2 Flugspuren

2.1 Flugspuren als Radaraufzeichnungen

Die Genauigkeit der Flugspuren hängt stark davon ab, ob z. B. auf ein Flughafen-Rundradar zurückgegriffen werden kann. Während eine solche Radaranlage für eine Umdrehung ca. 4,8 Sek. braucht, sind es bei einem Mittelbereichsradar ca. 12 Sek., d. h. dass bei einer angenommenen Geschwindigkeit von > 80 m/s (S 5.2-S) das Luftfahrzeug (z. B. A320) innerhalb einer Antennenumdrehung einen Weg von > 400 m bzw. > 1000 m zurückgelegt hat. Besonders im Kurvenflug ist die Ermittlung von Zwischenpunkten mit größeren Fehlern behaftet. Die Deutsche Flugsicherung (DFS) führt die Radardaten mit Flugplandaten zusammen, und stellt diese Informationen als FANOMOS-Daten (Flight Track and Aircraft Monitoring System) im offengelegten ASCII-Format zur Verfügung. Jedoch sind diese Daten mit deutlichen Fehlern (ca. 5 bis 10 %) behaftet, z. B. durch Reflexionen oder falscher Zuordnung der Flugplandaten. Dann kann sich schon einmal der Landeanflug einer A320 eigenwillig gestalten, besonders dann, wenn dabei die Fluggeschwindigkeiten stark fehlerbehaftet sind (s. Abb. 1). Solche „Darstellungen“ müssen in der Regel von einer Software eliminiert werden.

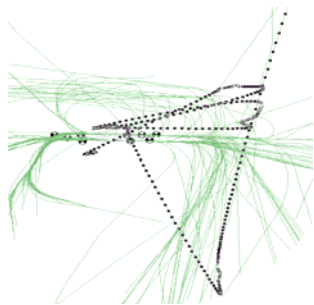


Abbildung 1: Flugspur einer A320 im Landeanflug zum Flughafen Hannover

2.2 Flugspuren als Flugstrecken

Über die QSI-Schnittstelle der DIN 45687 werden Flugstrecken als Abfolge von Geraden und Kurven, die am Bahnbezugspunkt (BBP) beginnen, für die Berechnung des LSB eingelesen. Es ist daher naheliegend, die genormte Schnittstelle auch als Eingabeformat für einzelne Flugspuren zu nutzen. Dies kann entsprechend der AzD als Flugstrecke mit und ohne Höhenprofil erfolgen. Für die Überführung von Flugspuren zu Flugstrecken wird zunächst die Zielmeldung der Flugspur gesucht, die außerhalb eines 2 km-Radius (in Abhängigkeit der Start- und Landebahnlänge) um den BBP liegt. Die Entfernung vom BBP zu diesem „Flugspurpunkt“ außerhalb des Umkreises wird gedrittelt. Dabei liegen die ersten beiden Drittel als Geradensegmente in Bahnrichtung vor und am Ende des 2. Geradensegmentes wird die erste Kurve zum Flugspurpunkt geführt (s. Abb. 2).

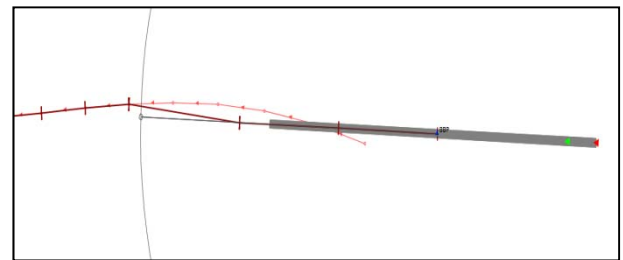


Abbildung 2: Generierung einer Abflugstrecke (Quelle OTSD)

Anschließend werden alle Streckenelemente der Flugspur, die eine Richtungsänderung aufweisen, mit Kurven mit konstantem Radius von 1 m verbunden. Für die Landung werden zusätzliche Informationen benötigt, die entweder aus dem AIP (Gleitwinkel und/oder Flughöhe über Platz) oder direkt aus der Flugspur (Zwischenanflughöhe h_0 und Bogenlänge des Zwischenanflugsegmentes S_2) ermittelt werden. Zum Schluss erfolgt die Zuordnung des Flugzeugtypes (ATD) zu der entsprechenden AzB-Luftfahrzeuggruppe.

Da die Datenmenge sehr stark ansteigt (ca. 130 bis 150 Abschnitte pro Flugstrecke) wurde die Auswertung zunächst auf den „Tag der Arbeit“ 2008 (0:00 bis 24:00) beschränkt (Betriebsrichtung 27). Es handelt sich um 182 Flugspuren, wovon 179 (92 Starts und 87 Landungen) davon 25 Bewegungen nachts, in Flugstrecken überführt wurden. Es überwiegt die AzB-Luftfahrzeuggruppe S 5.2 (101) gefolgt von S 5.1 (57). Zum Vergleich wurden die Messwerte der neun Messstationen der Fluglärmüberwachungsanlage herangezogen.

Die Lage der Stationen in Bezug auf die Tag-Schutzzone 1 $L_{pAeq\ Tag} = 65$ dB sowie der Nacht-Zone mit $L_{pAeq\ Nacht} = 55$ dB sind der Abbildung 3 zu entnehmen.

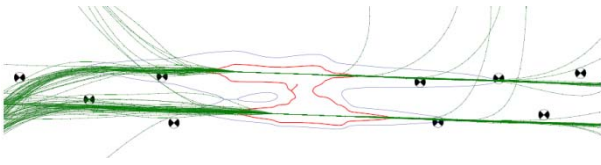


Abbildung 3: Flugstrecken mit Messpunkten und Zonen

Im Mittel führen die Berechnungen als L_{pAeq} (0 bis 24) für den 1. Mai 2008 zwischen „ohne Höhenprofil“ minus „mit Höhenprofil“ zu leicht größeren Pegeln (0,7 dB +/- 1,0 dB). Im Vergleich mit Messwerten fällt der Unterschied hingegen deutlicher aus (2,0 dB +/- 3,5 dB). Bei Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass bei den entfernten Messpunkten (außerhalb der Nacht-Schutzzone) sich die Erkennungsrate reduziert und damit die Belastung unterschätzt wird. Werden jedoch nur die nächsten vier Messpunkte zum Vergleich herangezogen, so wird eine bessere Übereinstimmung erzielt (0,0 dB +/- 1,9 dB). Die Größe der Varianz erklärt sich aus der Tatsache, dass es einige laute identifizierte Flugereignisse gibt, für die keine FANOMOS-Daten existieren. Zur Kontrolle wurde eine Berechnung mit den unkorrigierten FANOMOS-Daten, d. h. mit Höhenprofil und Flugeschwindigkeit als einfacher Streckenzug, durchgeführt (-0,1 dB +/- 0,8 dB). Beim flächenhaften Vergleich fällt sofort die Schwäche der Berechnung auf Basis der direkten FANOMOS-Daten auf. Im nahen Umfeld des Flughafens wird die Belastung um mehr als 10 dB unterschätzt (s. Abb. 4)

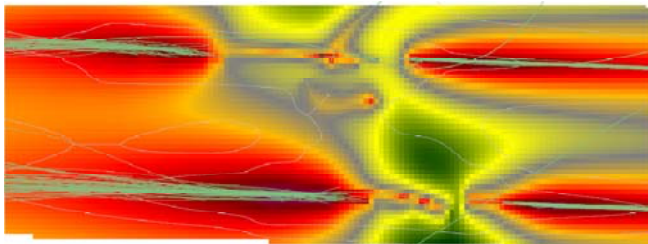


Abbildung 4: Raster auf Basis von Flugspuren und Schutzzeiten

Die Monatsauswertung konnte z. Z. nur mittels der direkt verwendeten FANOMOS-Daten (ca. 8000 Flugspuren) durchgeführt werden. Der Vergleich mit den Messwerten des Monats Mai ergibt eine Abweichung von 2,8 dB +/- 3,7 dB. Die Beschränkung auf die vier nahe gelegenen Messpunkte reduziert wieder die Abweichung auf 0,7 dB +/- 2,5 dB. Auch ein Vergleich auf Basis der sechs verkehrsreichsten Monate Mai bis Oktober führt zu keinen grundsätzlichen anderen Ergebnissen. Aus Gründen der Rechenzeit sollten die Monate aber einzeln berechnet werden. Bei einer Unterscheidung von Tag und Nacht fällt auf, dass die Varianzen der Abweichungen nachts größer sind.

3 Überwachungskonzept

Spätestens nach zehn Jahren muss die Berechnung des LSB überprüft werden. „Eine Veränderung der Lärmbelastung ist insbesondere dann als wesentlich anzusehen, wenn sich die Höhe des äquivalenten Dauerschallpegels $L_{Aeq, Tag}$ an der Grenze der Tag-Schutzzone 1 oder des äquivalenten Dauerschallpegels $L_{Aeq, Nacht}$ an der Grenze der Nacht-Schutzzone um mindestens 2 dB(A) ändert.“ (FluglärmsG § 4 Abs. 5, 2. Satz). Da die Überprüfung bzw. Neufestsetzung eines LSB

ein kosten- und zeitintensiver Verwaltungsakt ist, wird versucht, einen begründeten Anfangsverdacht zu quantifizieren. Für den Flughafen Hannover hat sich im Rahmen der Überwachung der Nachtgenehmigung die Anwendung eines sogenannten Ampelkriteriums bewährt. Die Übertragung auf das FluglärmsG könnte wie folgt aussehen:

Grün (weder Handlungs- noch Analysierbedarf):

$$L_{Aeq} - 1 \text{ dB} < IW < L_{Aeq} + 1 \text{ dB}$$

Gelb (Analysierbedarf):

$$L_{Aeq} - 2 \text{ dB} < IW \leq L_{Aeq} - 1 \text{ dB} \text{ oder}$$

$$L_{Aeq} + 1 \text{ dB} \leq IW < L_{Aeq} + 2 \text{ dB}$$

Rot (Handlungsbedarf):

$$IW \leq L_{Aeq} - 2 \text{ dB} \text{ oder } IW \geq L_{Aeq} + 2 \text{ dB}$$

In die Berechnung des LSB gehen neben dem Flugbetrieb in der Luft ((AzD 5.5), dem Rollverkehr und APU-Betrieb (AzD 5.4) auch die durch die Sigma-Regelung bedingten Zuschläge ein. Da mittels Flugspuren nur der Flugbetrieb in der Luft berechnet werden kann, ist es eine notwendige Voraussetzung, dass der Rollverkehr und APU-Betrieb keinen relevanten Einfluss auf die Größe der Schutzzeiten hat, was im Regelfall (auch für Hannover) gegeben ist. Gemäß AzB (s. Kap 8.4) sollen bei Berechnung des LSB auch für ausgewählte Einzelpunkte (Kontrolldaten) die Belastung ermittelt werden. Vorteilhaft ist es, wenn dafür auch die Messpunkte der Fluglärmsüberwachungsanlage verwendet werden.

Die Anwendung des Ampelkriteriums erfolgt im ersten Schritt monatlich auf die unkorrigierten Werte des Pegels L_{Aeq} auf die Kontrolldaten und im zweiten Schritt für die 6 verkehrsreichsten Monate. Falls Handlungsbedarf besteht, werden alle Punkte der beiden Schutzzeiten unter Berücksichtigung der aktualisierten Bewegungsmatrix berechnet. Aufgrund der Varianzen sollte unbedingt neben der rechnerischen Überwachung auch eine unter Verwendung der ermittelten Messwerte durchgeführt werden. Diese Überwachung sollte sich aber auf solche Messpunkte beschränken, die innerhalb und/oder sehr nahe an den Schutzzeiten liegen und die eine hohe Erkennungsrate aufweisen. Anstelle der Bewegungsmatrix ist in diesem Fall jedoch der Zuschlag (Sigma-Regelung) aus den Messwerten zu bestimmen.

4 Fazit und Ausblick

Die Rasterberechnung auf Basis von Flugspuren kann wichtige Hinweise für den Einwirkungsbereich geben, innerhalb dessen ein sinnvoller Aufwand für die Flugstreckenmodellierung getrieben werden sollte. Für die nächsten Untersuchungen sind zusätzliche Softwareanpassungen notwendig. Zum einen muss die AzB-Berechnungssoftware für einzelne Flugzeuge bzw. AzB-Luftfahrzeuggruppen den L_{pASmax} sowie den Schallleistungspegel L_{pAE} inkl. der Angabe des Schätzwertes der Varianz berechnen können, und zum anderen die DES-Erstellungssoftware bei der Flugstreckengenerierung sowohl die Anzahl der Abschnitte um mindestens den Faktor 10 reduzieren und gleichzeitig gesteigerten Wert auf eine variable Kurvengestaltung legen. Die Ergebnisse können dann gleichzeitig sowohl Eingang in die vorgesehene DIN 45689 finden als auch Grundlage für die Fortschreibung der AzB-Luftfahrzeugklassen sein.

(Unser besonderer Dank gilt Herrn C. Schäffer von der Fa. OTSD für die Aufbereitung der Flugspuren und deren Umsetzung in das QSI-Format).