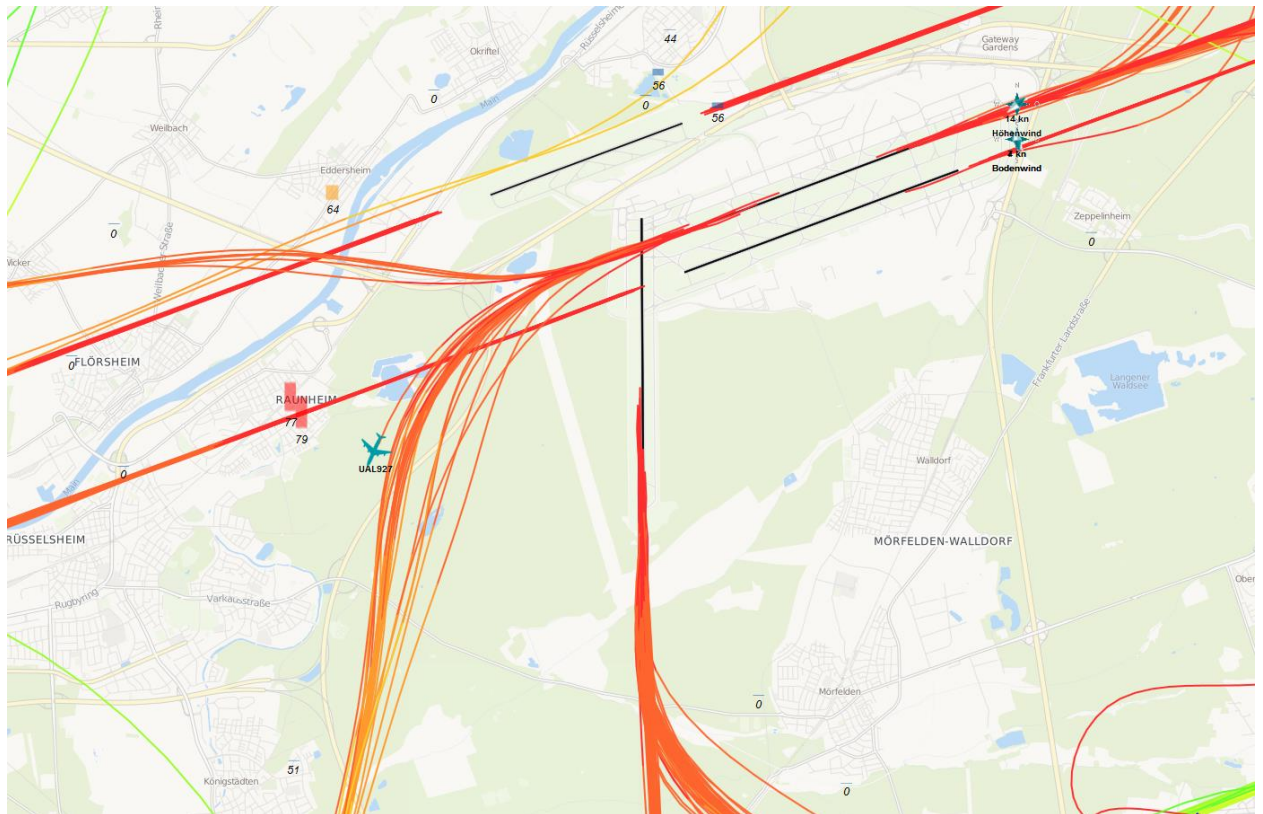


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-111 in Raunheim

Berichtszeitraum: Oktober 2022 – Dezember 2022 | Stand 31.01.2023



Inhalt

1	Einführung	4
1.1	Messsystem deBAKOM	4
1.2	Erläuterung der verschiedenen Pegel (Abkürzungen)	4
1.3	Standort der Messstation	5
2	Überflughöhen	7
2.1	Auswertungsmethode und Erfassungsrate	7
2.2	Bahnnutzung bzgl. Landungen	10
2.3	Ausfallzeiten	10
2.4	Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07	11
2.5	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung	13
2.6	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Northwest-Abflugstrecken	14
3	Fluggeräuscheereignisse	16
4	Fluggeräuschpegel	17
4.1	Maximalpegelverteilung	17
4.2	Leq- und NAT-Auswertung	19
4.3	Jahresübersicht 2022	22

Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Maps)	5
Abb. 2: BR07 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	7
Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 4: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 5: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 6: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 7: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	10
Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07	12
Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung	13
Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken	14
Abb. 11: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)	16
Abb. 12: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)	17
Abb. 13: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)	18
Abb. 14: L_{DIN} Tag und Nacht	19
Abb. 15: NAT68 und NAT72	20
Abb. 16: L_{eq} Tag und Nacht	20
Abb. 17: L_{95} Tag und Nacht	21

1 Einführung

1.1 Messsystem deBAKOM

Wesentliche Komponenten des Messsystems sind eine wetterfeste und beheizte Mikrofoneinheit (Klasse 1 Mikrophon) mit Windschirm, eine Wetterstation sowie ein Messrechner. Bei Windgeschwindigkeiten im Mittel > 5 m/s werden alle Geräusche ausgeblendet, um die Erfassung von Störgeräuschen zu verhindern. Die Daten werden im Messrechner erfasst und stündlich an das Umwelt- und Nachbarschaftshaus (UNH) übertragen.

Für die Geräuschauswertung wird eine spezielle Software eingesetzt, die eine 2-stufige Erkennung durchführt: 1. Stufe ist die Erkennung auf Grund physikalischer Parameter nach DIN 45643 (Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen) d.h. der Schallpegel eines Fluggeräuschereignisses muss z.B. einen Messschwellenpegel um mindestens einen bestimmten Betrag übersteigen; 2. Stufe ist eine detaillierte Erkennung anhand einer Korrelationsanalyse mit Musterspektren (s. Anlage). Diese werden mit Hilfe von Audioaufzeichnungen aus für den Messort typischen Fluggeräuschereignissen erstellt. Als 3. Stufe werden die erkannten Fluggeräuschereignisse mit den FANOMOS-Daten (Radarspuren) der Deutschen Flugsicherung (DFS) korreliert. Falls diese Prüfkriterien alle zueinander passen, wird das Ereignis als Fluggeräuschereignis deklariert und fließt in die Fluggeräuschauswertung ein.

1.2 Erläuterung der verschiedenen Pegel (Abkürzungen)

$L_{DIN,T}$ = Fluggeräusch L_{eq} (nach DIN 45643 vom Februar 2011) (Tag 06:00 - 22:00 Uhr).

$L_{DIN,N}$ = Fluggeräusch L_{eq} (nach DIN 45643 vom Februar 2011) (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

$L_{eq,T}$ = L_{eq} aller Geräusche (Tag 06:00 - 22:00 Uhr).

$L_{eq,N}$ = L_{eq} aller Geräusche (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

$L_{95,T}$ = L_{eq} aller Geräusche der zu 95% der Beurteilungszeit überschritten ist (Tag 06:00 - 22:00 Uhr).

$L_{95,N}$ = L_{eq} aller Geräusche der zu 95% der Beurteilungszeit überschritten ist (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

NAT68 = Anzahl der Fluggeräuschereignisse die 68 dB(A) überschreiten (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

NAT72 = Anzahl der Fluggeräuschereignisse die 72 dB(A) überschreiten (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

1.3 Standort der Messstation

Die Messstation auf dem Grundstück der Stadtwerke Raunheim wurde am 8. August 2011 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-111) lauten: 32 U 461590; 5539789 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 4 m über dem Dach des Hauses (ca. 10 m ü. Grund).

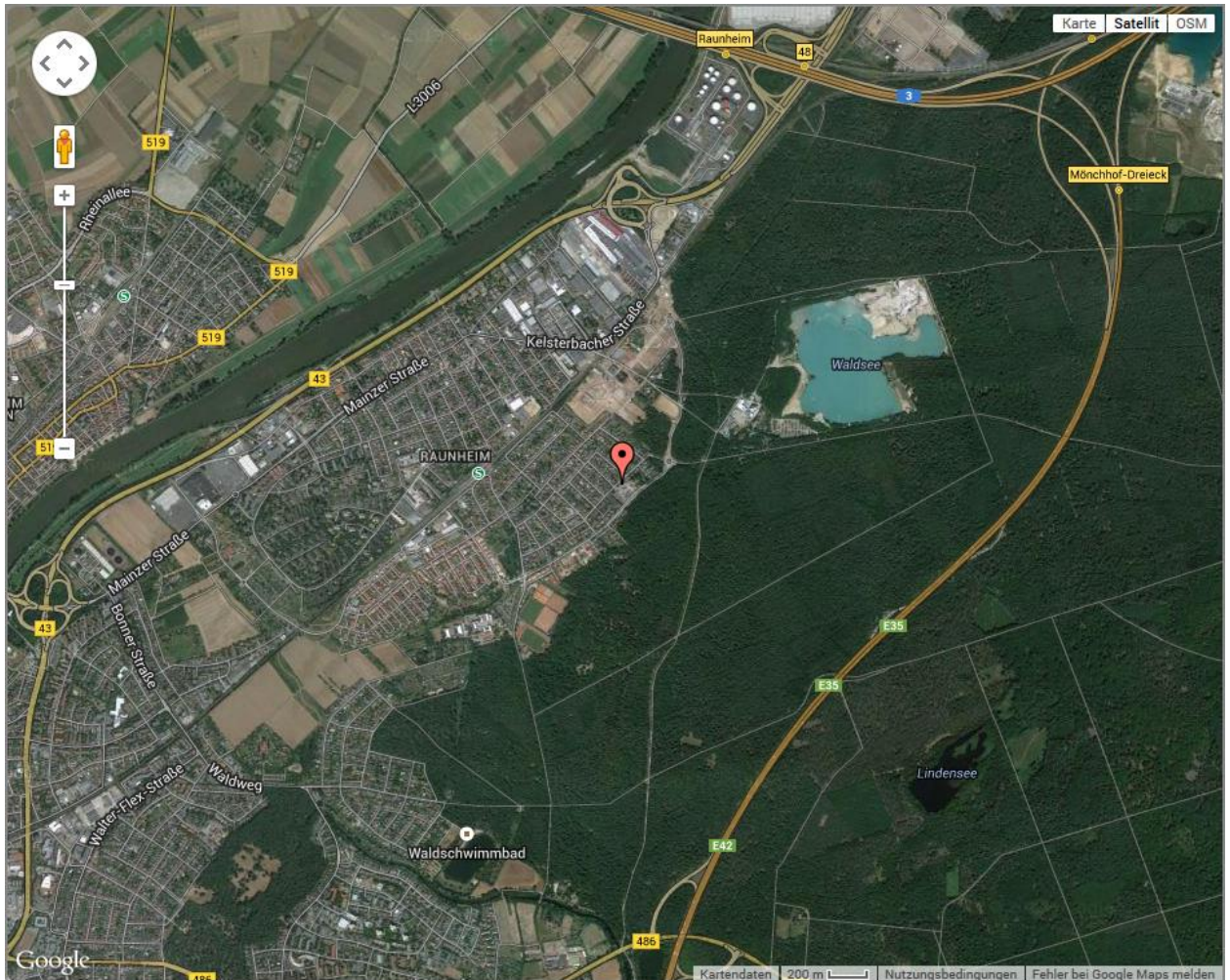


Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Maps)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. Oktober 2022 bis zum 31. Dezember 2022.

Auswertung der Überflüge über Raunheim



2 Überflughöhen

2.1 Auswertungsmethode und Erfassungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-201 haben folgende Ausdehnungsmaße:

- **Anflüge (BR07):** Breite jeweils 926 m (0,5 NM) links und rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tors beträgt 70°.
- **Abflüge (BR25) Südumfliegung (SU):** 2778 m (1,5 NM) links und 1 m rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tors beträgt 190°.
- **Abflüge (BR25) Nordwest-Abflugstrecken (NW):** 2778 m (1,5 NM) rechts und 1 m links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tors beträgt 275°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der erfassten Fluggeräuscheignisse	Prozentualer Anteil der erfassten Fluggeräuscheignisse
Anflüge (BR07)	6314	5732	90,78%
Abflüge (BR25) SU	8311	6978	83,96%
Abflüge (BR25) NW	1884	1024	54,35%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ im Dezember 2022 für BR07 und BR25 dargestellt. Es sind nur Flüge bis 13500 ft enthalten und die die o.g. Prüfkriterien 1 bis 3 erfüllt haben. Flüge die zu diesem Zeitpunkt höher als 13500 ft über dem Standort waren, sind in den FANOMOS-Daten, die das UNH erhält, nicht enthalten.

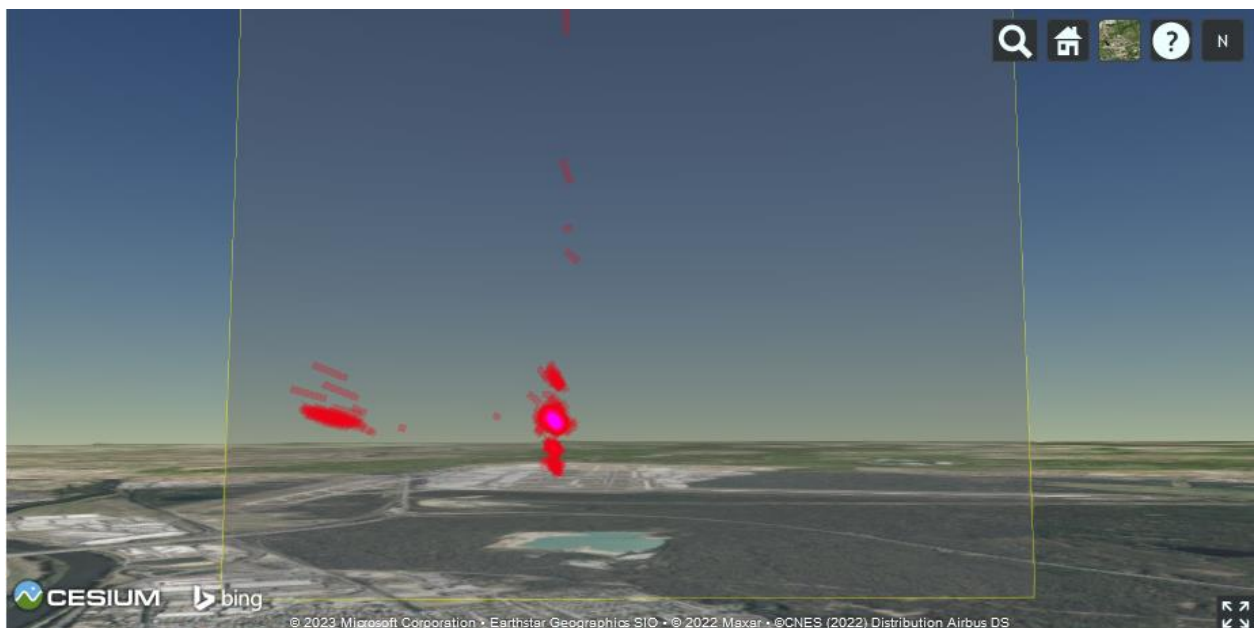


Abb. 2: BR07 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

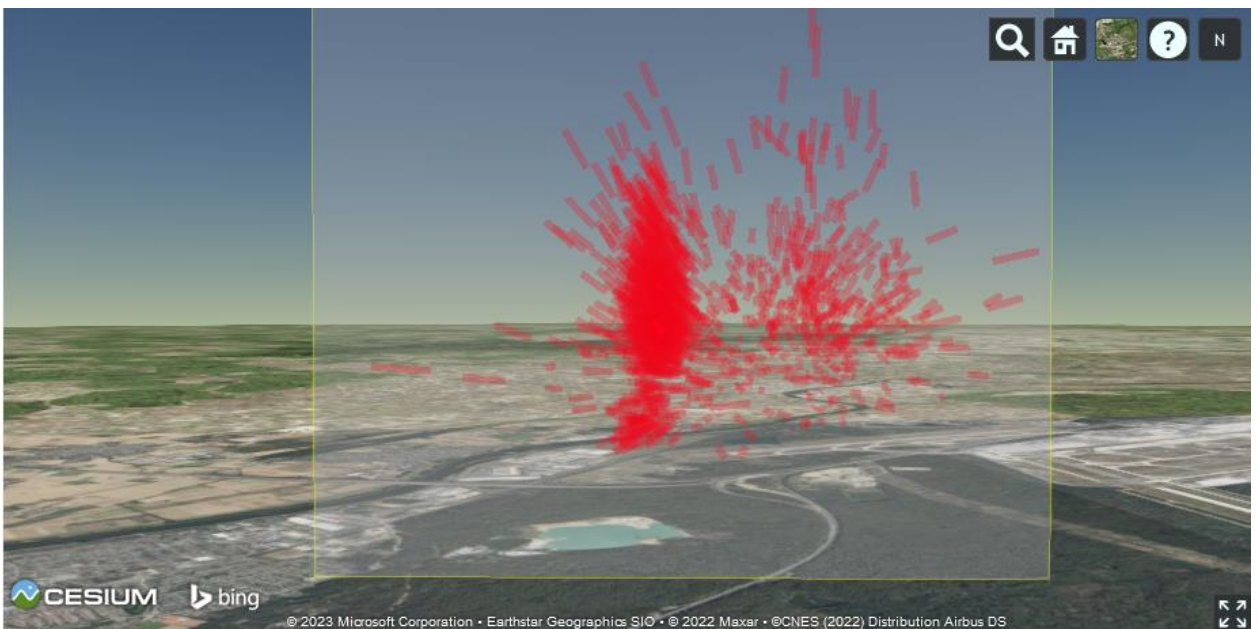


Abb. 4: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

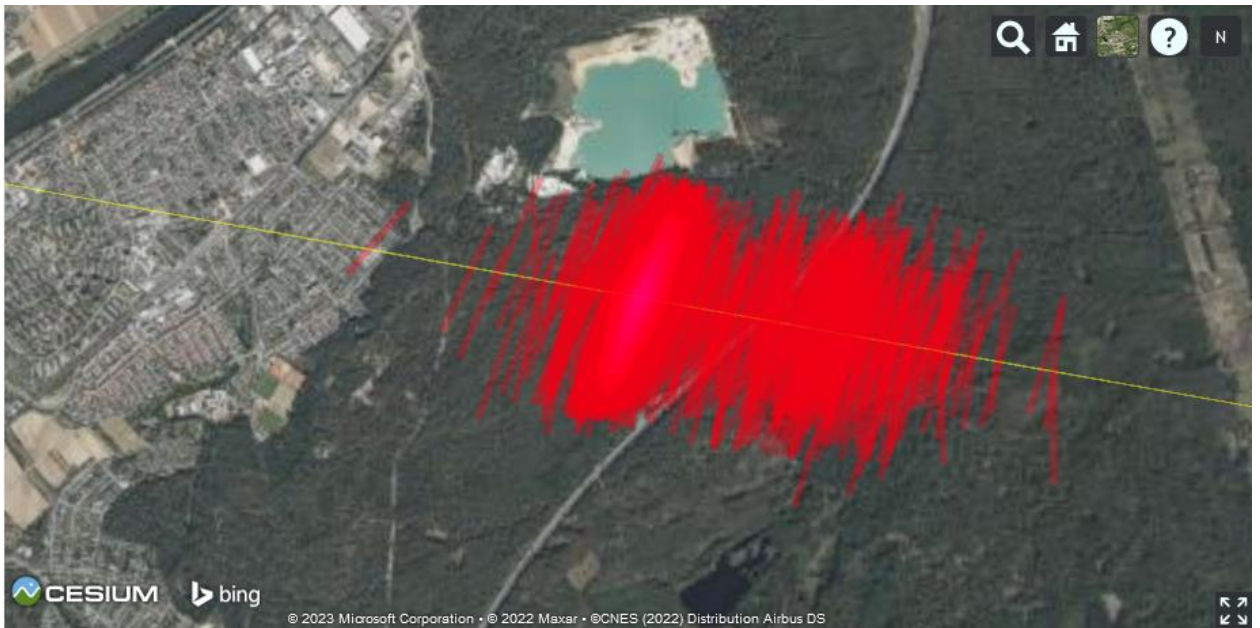


Abb. 5: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

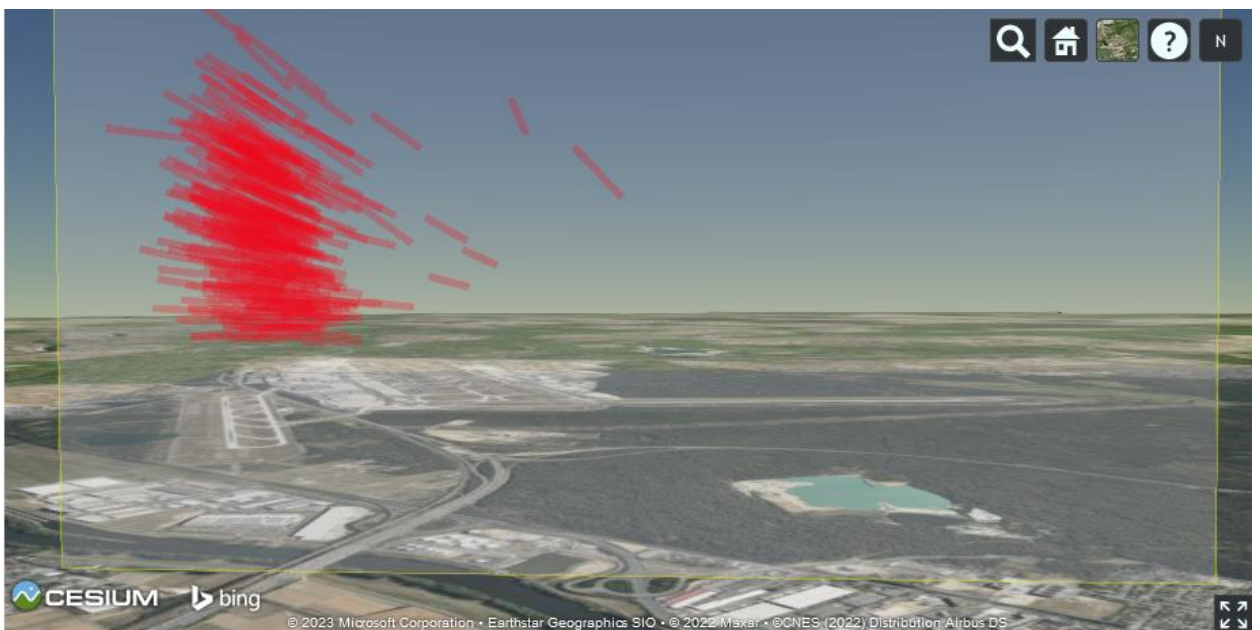


Abb. 6: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 7: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

2.2 Bahnnutzung bzgl. Landungen

Bahnnutzung* in [%]	Betriebsrichtung 25			Betriebsrichtung 07			Monatlicher Durchschnitt	
	RWY 25R	RWY 25C	RWY 25L	RWY 07L	RWY 07C	RWY 07R	BR25	BR07
Oktober	30,99%	2,56%	46,52%	9,63%	0,06%	10,23%	80,08%	19,92%
November	28,59%	3,51%	49,53%	8,60%	0,04%	9,73%	81,63%	18,37%
Dezember	18,42%	2,73%	38,85%	18,22%	0,34%	21,44%	60,00%	40,00%

*Die Prozentsätze der Bahnnutzung bzgl. Landungen beziehen sich auf den ganzen Monat.

2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
01.10.2022 09:00	01.10.2022 17:59	9 h	Windgeschwindigkeit
05.10.2022 10:00	05.10.2022 14:59	5 h	Windgeschwindigkeit
08.10.2022 00:00	08.10.2022 00:19	0,33 h	Technische Störung
09.10.2022 12:00	09.10.2022 14:59	3 h	Windgeschwindigkeit
11.10.2022 08:00	11.10.2022 08:59	1 h	Nachbarschaftslärm
11.10.2022 11:00	11.10.2022 11:29	0,5 h	Nachbarschaftslärm
11.10.2022 15:00	11.10.2022 15:29	0,5 h	Nachbarschaftslärm

15.10.2022 15:00	15.10.2022 17:59	3 h	Windgeschwindigkeit
18.10.2022 06:00	18.10.2022 06:19	0,33 h	Technische Störung
19.10.2022 11:00	19.10.2022 13:59	3 h	Windgeschwindigkeit
22.10.2022 13:00	22.10.2022 15:59	3 h	Windgeschwindigkeit
24.10.2022 12:00	24.10.2022 17:59	6 h	Windgeschwindigkeit
26.10.2022 14:00	26.10.2022 15:59	2 h	Nachbarschaftslärm
30.10.2022 02:00	30.10.2022 02:29	0,5 h	Technische Störung
31.10.2022 08:00	31.10.2022 08:59	1 h	Technische Störung
01.11.2022 10:00	01.11.2022 15:59	6 h	Windgeschwindigkeit
02.11.2022 09:00	02.11.2022 15:59	7 h	Windgeschwindigkeit
07.11.2022 06:00	07.11.2022 16:59	11 h	Windgeschwindigkeit
08.11.2022 06:00	08.11.2022 06:29	0,5 h	Technische Störung
08.11.2022 15:00	08.11.2022 15:19	0,33 h	Technische Störung
09.11.2022 09:00	09.11.2022 15:59	7 h	Windgeschwindigkeit
11.11.2022 00:00	11.11.2022 00:19	0,33 h	Technische Störung
14.11.2022 14:00	14.11.2022 14:59	1 h	Nachbarschaftslärm
16.11.2022 08:00	16.11.2022 15:59	8 h	Nachbarschaftslärm
17.11.2022 08:00	17.11.2022 14:59	7 h	Windgeschwindigkeit
19.11.2022 10:00	19.11.2022 10:59	1 h	Nachbarschaftslärm
20.11.2022 23:00	21.11.2022 02:59	4 h	Windgeschwindigkeit
22.11.2022 10:00	23.11.2022 02:59	17 h	Windgeschwindigkeit
28.11.2022 13:00	28.11.2022 14:59	2 h	Nachbarschaftslärm
30.11.2022 07:00	30.11.2022 15:59	9 h	Nachbarschaftslärm
01.12.2022 07:00	01.12.2022 11:29	4,5 h	Nachbarschaftslärm
02.12.2022 23:00	03.12.2022 02:59	4 h	Windgeschwindigkeit
16.12.2022 19:00	16.12.2022 19:54	0,92 h	Technische Störung
22.12.2022 01:00	22.12.2022 11:59	11 h	Windgeschwindigkeit
23.12.2022 08:00	23.12.2022 10:59	3 h	Windgeschwindigkeit
23.12.2022 20:00	24.12.2022 07:59	12 h	Windgeschwindigkeit
25.12.2022 23:00	26.12.2022 22:59	24 h	Windgeschwindigkeit
27.12.2022 09:00	27.12.2022 09:59	1 h	Technische Störung
27.12.2022 11:00	27.12.2022 14:59	4 h	Windgeschwindigkeit
28.12.2022 05:00	29.12.2022 19:59	39 h	Windgeschwindigkeit
30.12.2022 12:00	31.12.2022 15:59	28 h	Windgeschwindigkeit
31.12.2022 16:00	31.12.2022 23:59	8 h	Nachbarschaftslärm

2.4 Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

Bei den Auswertungen der An- und Abflughöhen wurden nur Flüge betrachtet, die durch die o.a. „Durchflugtore“ geflogen sind, die o.g. Prüfkriterien 1 bis 3 erfüllt haben und am Frankfurter Flughafen (EDDF) gestartet oder gelandet sind.

Höhe (MSL) in [ft] bei BR07	Oktober	November	Dezember
Mittelwert	1277	1272	1344
Standardfehler des Mittelwerts	3	5	2
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1272	1341
	Obergrenze	1283	1348
5% getrimmtes Mittel	1282	1287	1350
Median	1298	1322	1351
Varianz	10037	28963	11555
Standardabweichung	100	170	107
Minimum	931	733	953
Maximum	3598	3167	4460
Spannweite	2667	2434	3507
Interquartilbereich	36	38	34
Schiefe	9,02	-0,59	10,90
Kurtosis	218,72	14,21	290,15
Anzahl Ereignisse:	1342	1291	3099

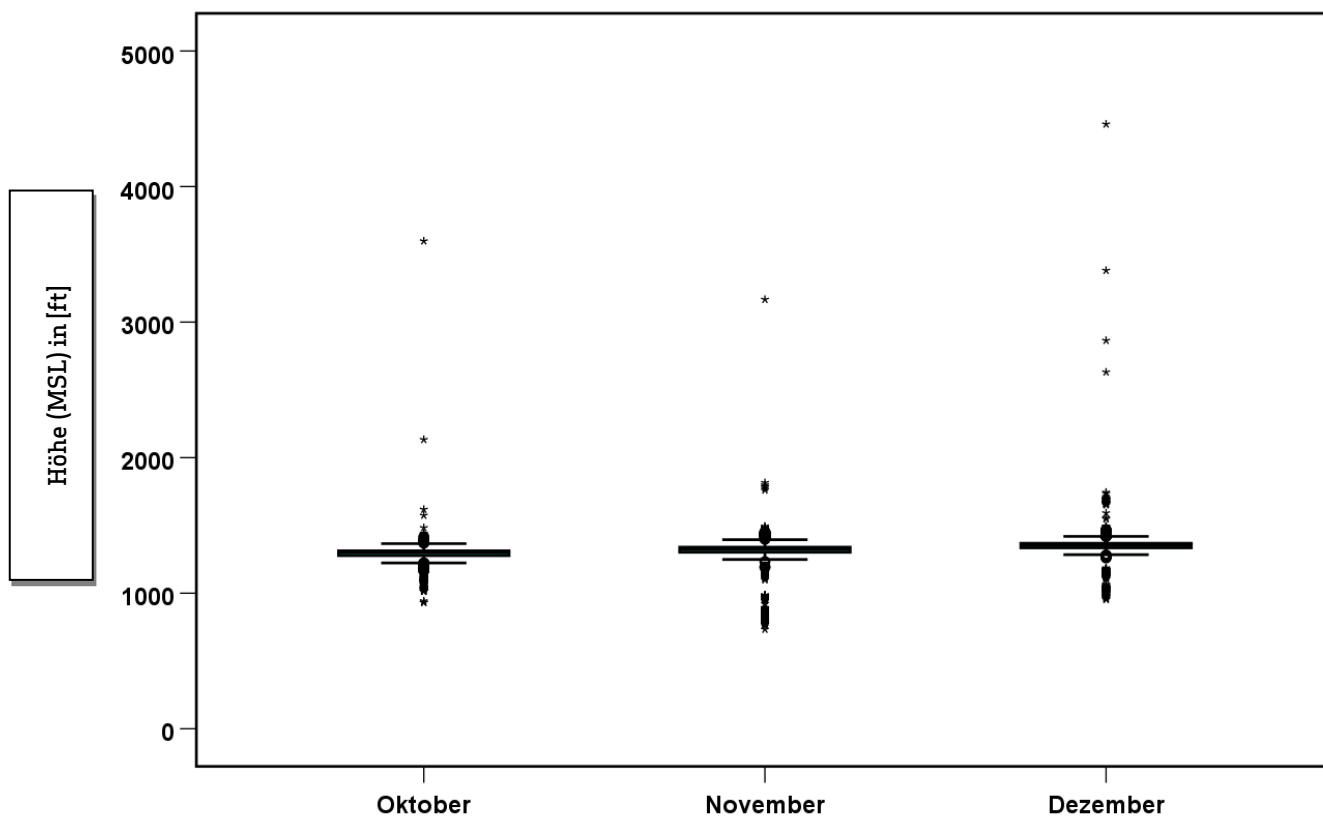


Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

2.5 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25	Oktober	November	Dezember	
Mittelwert	2856	3208	3202	
Standardfehler des Mittelwerts	12	13	16	
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2833	3183	3172
	Obergrenze	2879	3233	3233
5% getrimmtes Mittel	2842	3207	3197	
Median	2851	3199	3192	
Varianz	367556	420810	402204	
Standardabweichung	606	649	634	
Minimum	1290	1114	1578	
Maximum	6250	5764	6299	
Spannweite	4960	4650	4721	
Interquartilbereich	624	723	711	
Schiefe	0,47	0,04	0,17	
Kurtosis	1,82	0,65	0,88	
Anzahl Ereignisse:	2715	2605	1658	

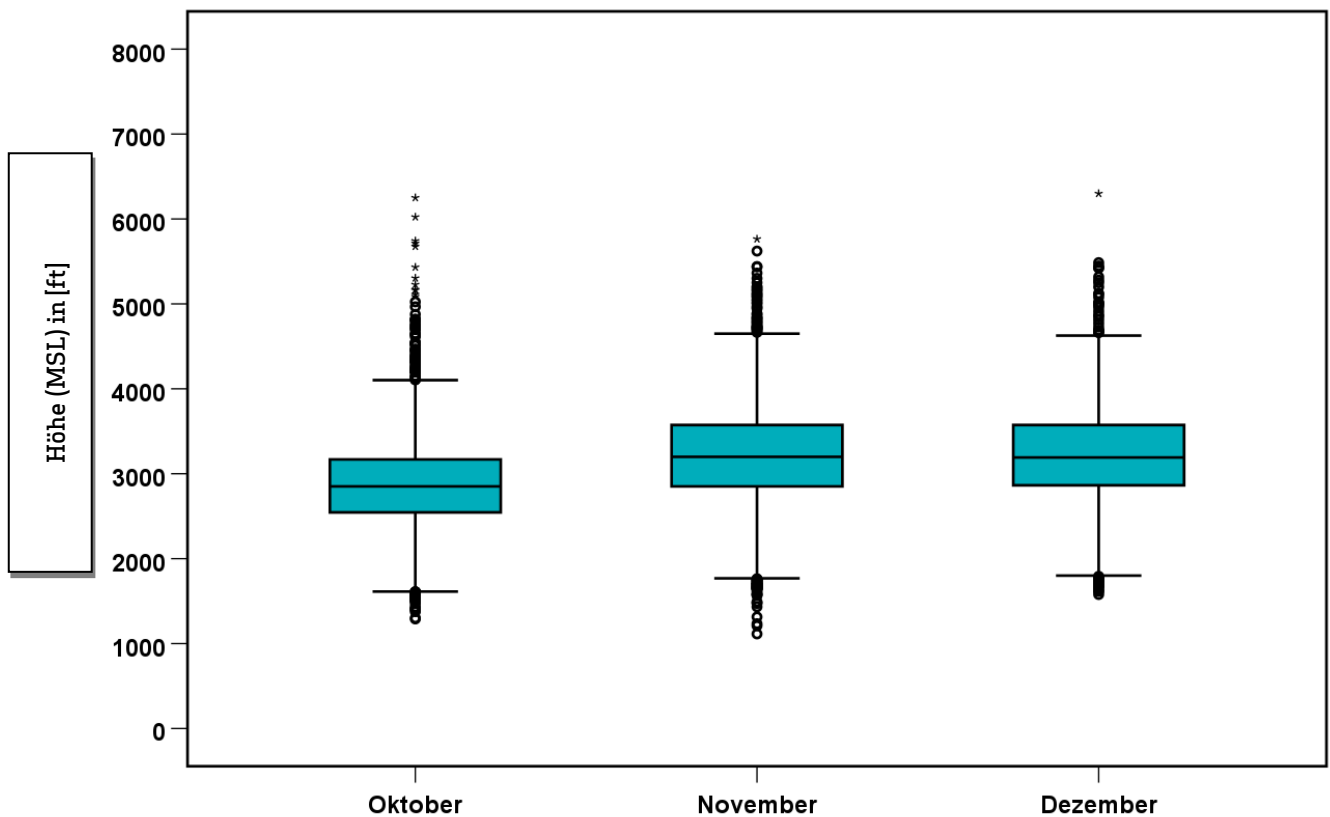


Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

2.6 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25	Oktober	November	Dezember	
Mittelwert	2735	2707	2667	
Standardfehler des Mittelwerts	27	25	29	
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2681	2658	2609
	Obergrenze	2788	2756	2725
5% getrimmtes Mittel	2723	2685	2652	
Median	2691	2672	2638	
Varianz	255945	252015	229124	
Standardabweichung	506	502	479	
Minimum	1583	1736	1722	
Maximum	4843	5097	4239	
Spannweite	3260	3361	2517	
Interquartilbereich	633	655	731	
Schiefe	0,47	0,73	0,41	
Kurtosis	0,80	1,29	-0,43	
Anzahl Ereignisse:	351	408	265	

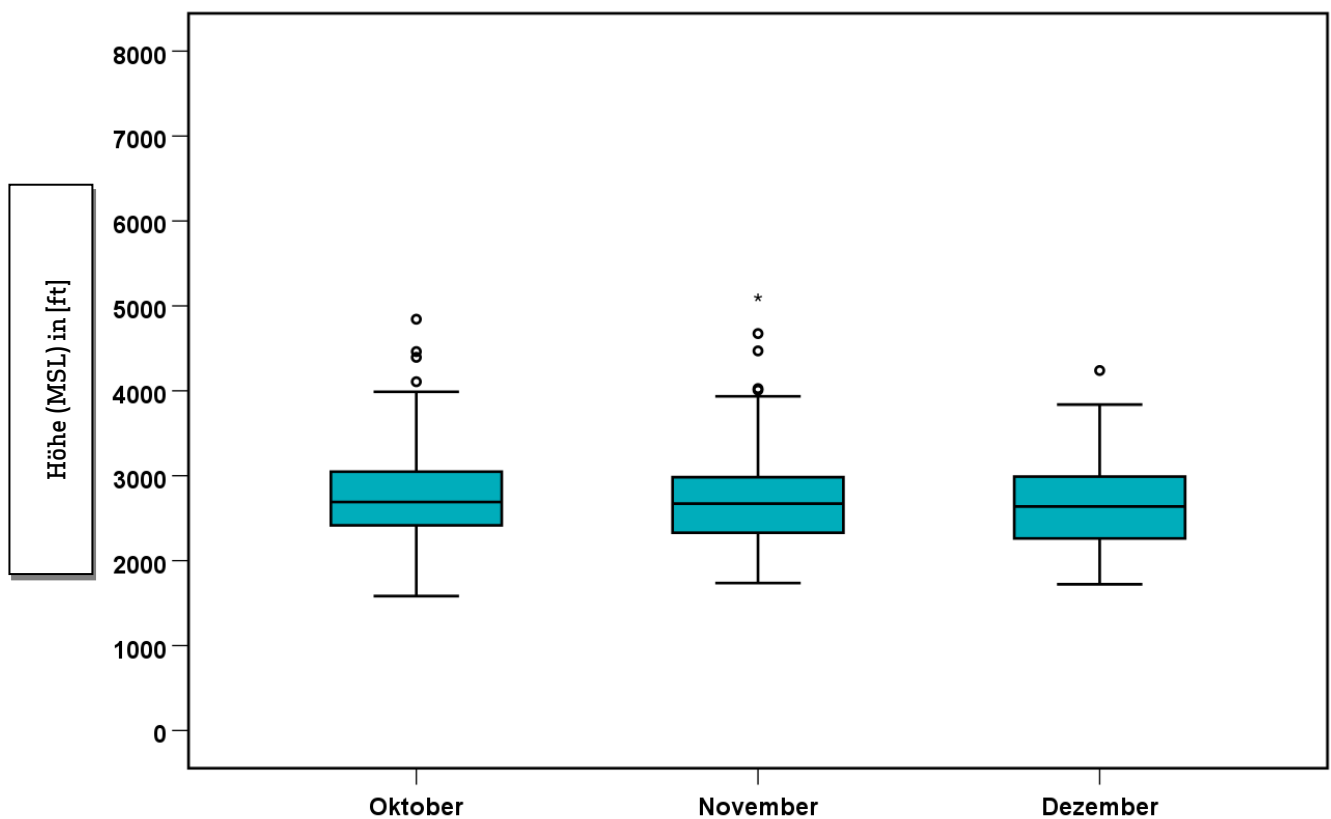


Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-111)



3 Fluggeräuscheignisse

„Ereignisse“ sind die von der Software der Station als Fluggeräuscheignis erkannten Pegel. Die Erkennung der Ereignisse basiert in Schritt 1 auf den Kriterien der DIN 45643, in Schritt 2 auf der Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM (s. Anhang) und in Schritt 3 auf eine Korrelation mit den FANOMOS-Daten der DFS.

Die Tabelle zeigt die registrierten Fluggeräuscheignisse (Fluglärmereignisse) an der Station sowie die Anzahl der identifizierten Überflüge über die Station. Überflüge, die von der Station nicht als Ereignisse erkannt werden, sind in dieser Auswertung nicht enthalten.

	Anzahl der Ereignisse		Anzahl gesamt
	Tag 06:00 – 22:00 Uhr	Nacht 22:00 – 06:00 Uhr	BR07 & BR25
Oktober	3968	440	4408
November	3994	310	4304
Dezember	4621	401	5022

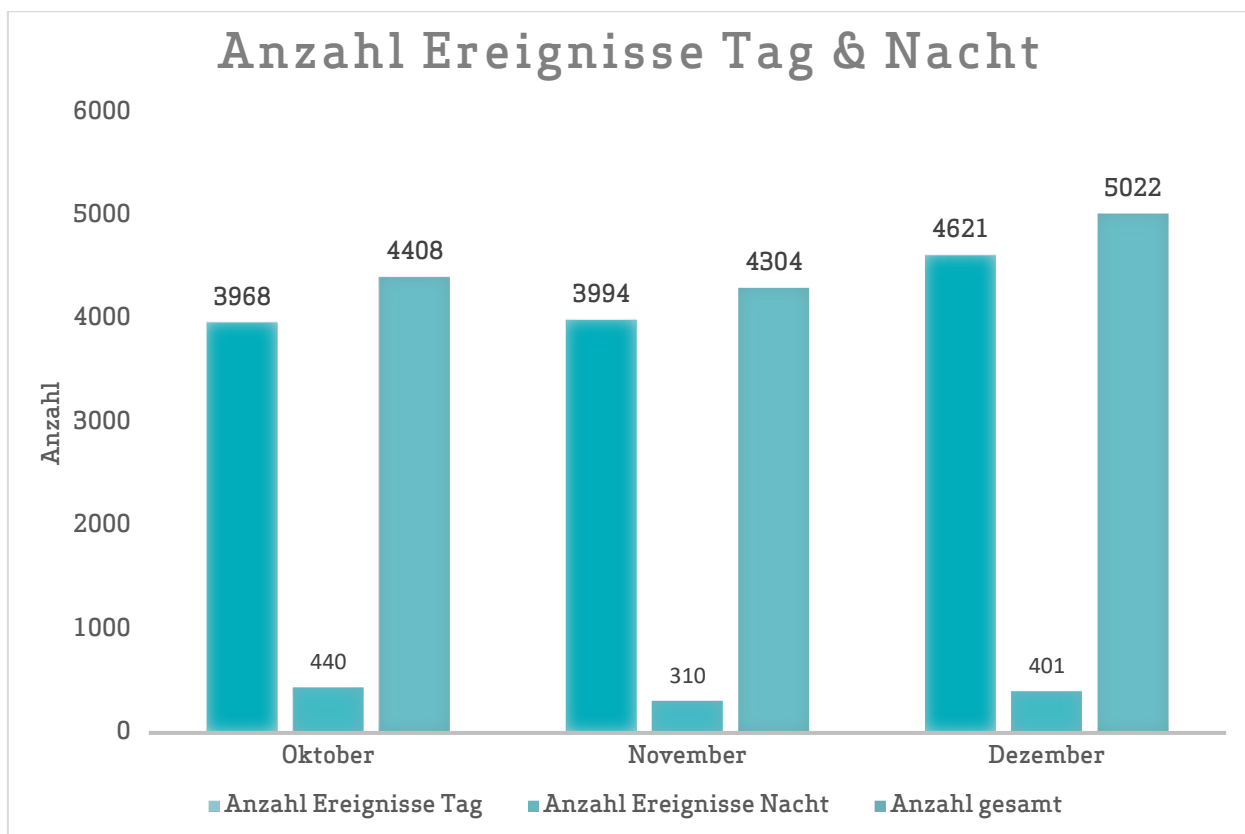


Abb. 11: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

4 Fluggeräuschpegel

4.1 Maximalpegelverteilung

Maximalpegelverteilung am Tag (06:00 bis 22:00 Uhr)

	55 - 60 dB(A)	60 - 65 dB(A)	65 - 70 dB(A)	70 - 75 dB(A)	75 - 80 dB(A)	80 - 85 dB(A)	85 - 90 dB(A)
Oktober	42	711	1540	858	719	96	2
November	37	686	1781	814	604	72	0
Dezember	19	405	1228	1432	1363	172	2

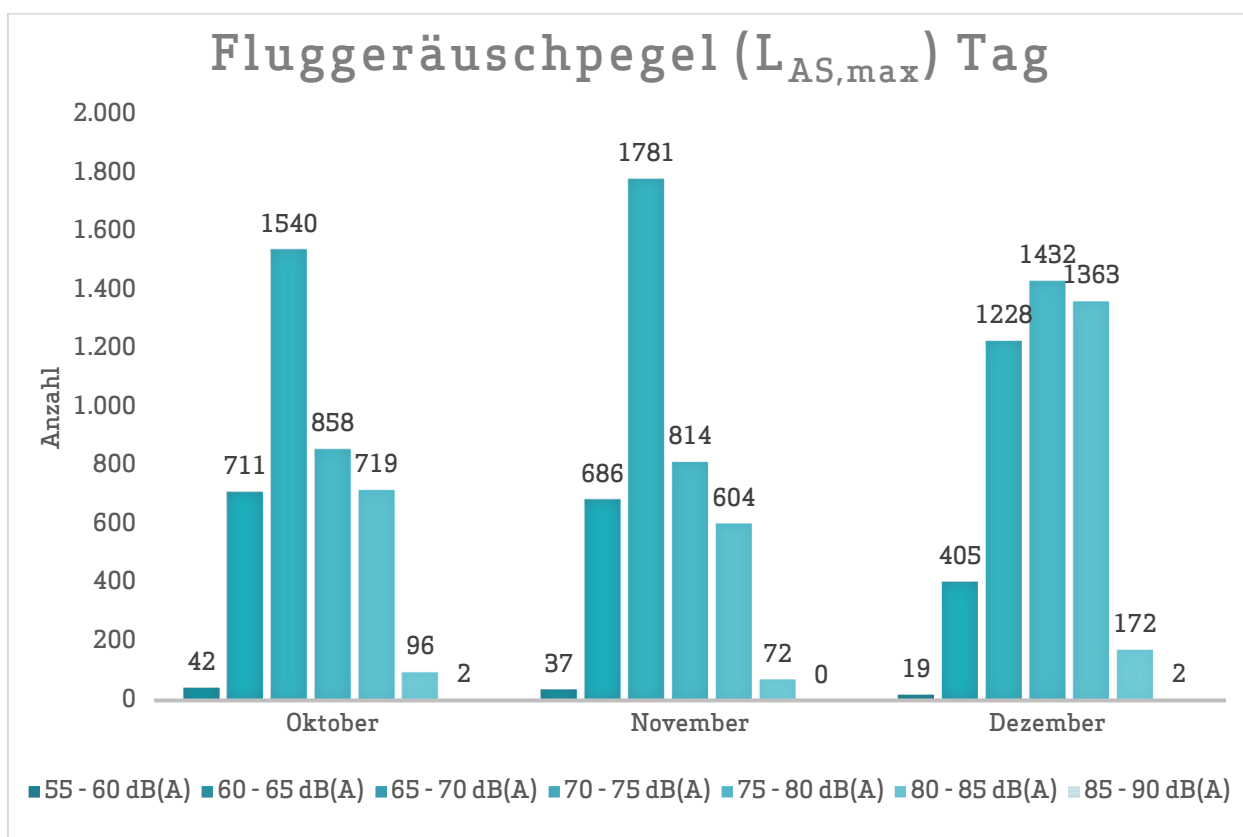


Abb. 12: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

Maximalpegelverteilung in der Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr)

	55 - 60 dB(A)	60 - 65 dB(A)	65 - 70 dB(A)	70 - 75 dB(A)	75 - 80 dB(A)	80 - 85 dB(A)	85 - 90 dB(A)
Oktober	22	172	131	28	78	9	0
November	5	87	93	38	76	10	1
Dezember	2	37	88	107	140	25	2

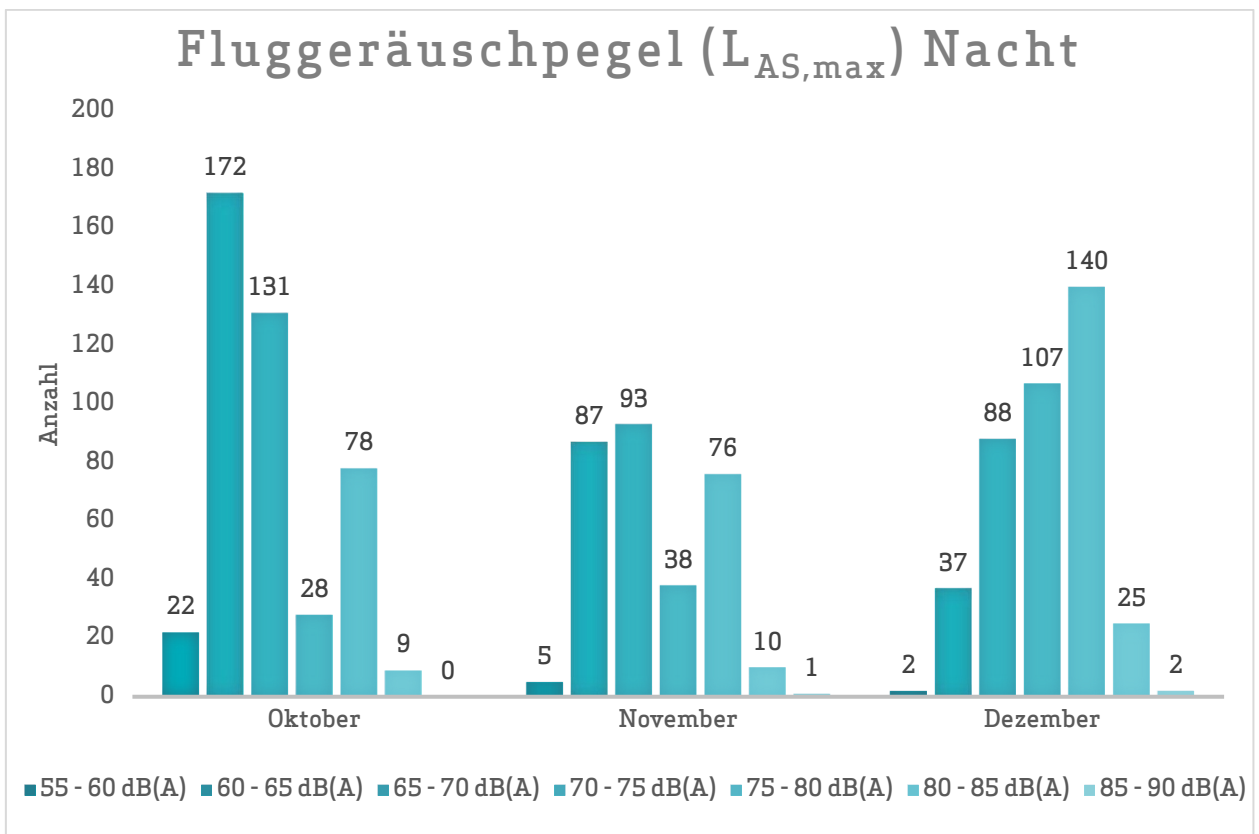


Abb. 13: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	L _{DIN,T}	L _{DIN,N}	NAT68*	NAT72*	L _{eq,T}	L _{eq,N}	L _{95,T}	L _{95,N}
Oktober	56,9	49,1	146	105	59,3	51,0	45,9	41,3
November	57,0	49,4	159	122	59,1	50,7	46,4	41,1
Dezember	59,5	52,8	308	265	60,1	54,1	46,5	41,7

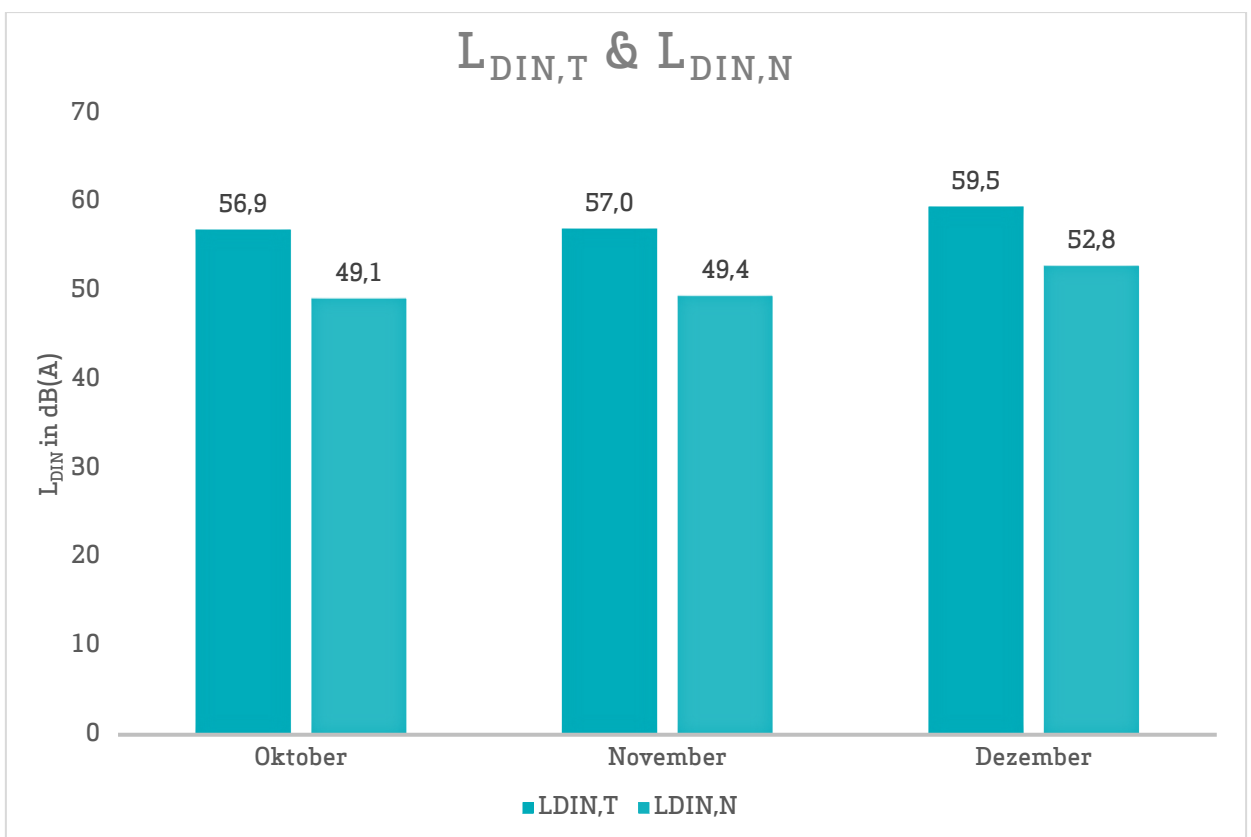


Abb. 14: L_{DIN} Tag und Nacht

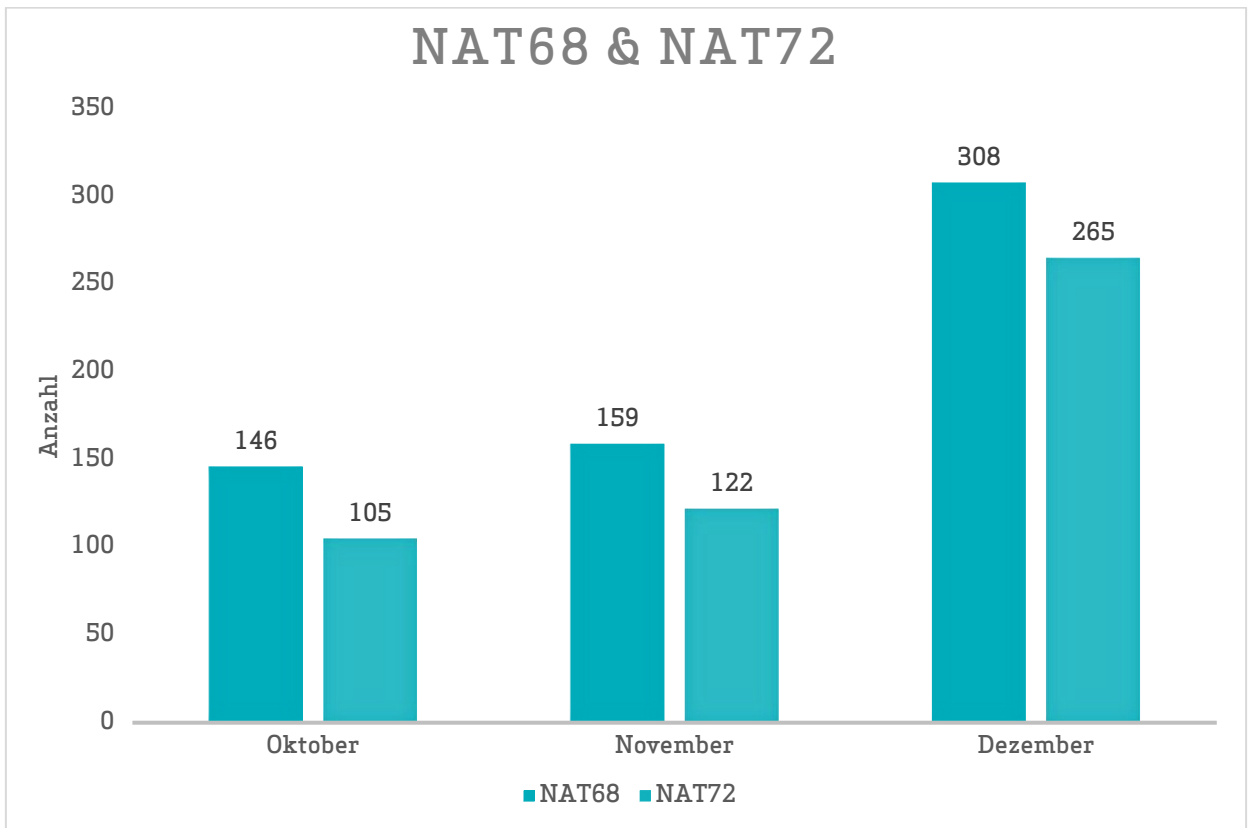


Abb. 15: NAT68 und NAT72

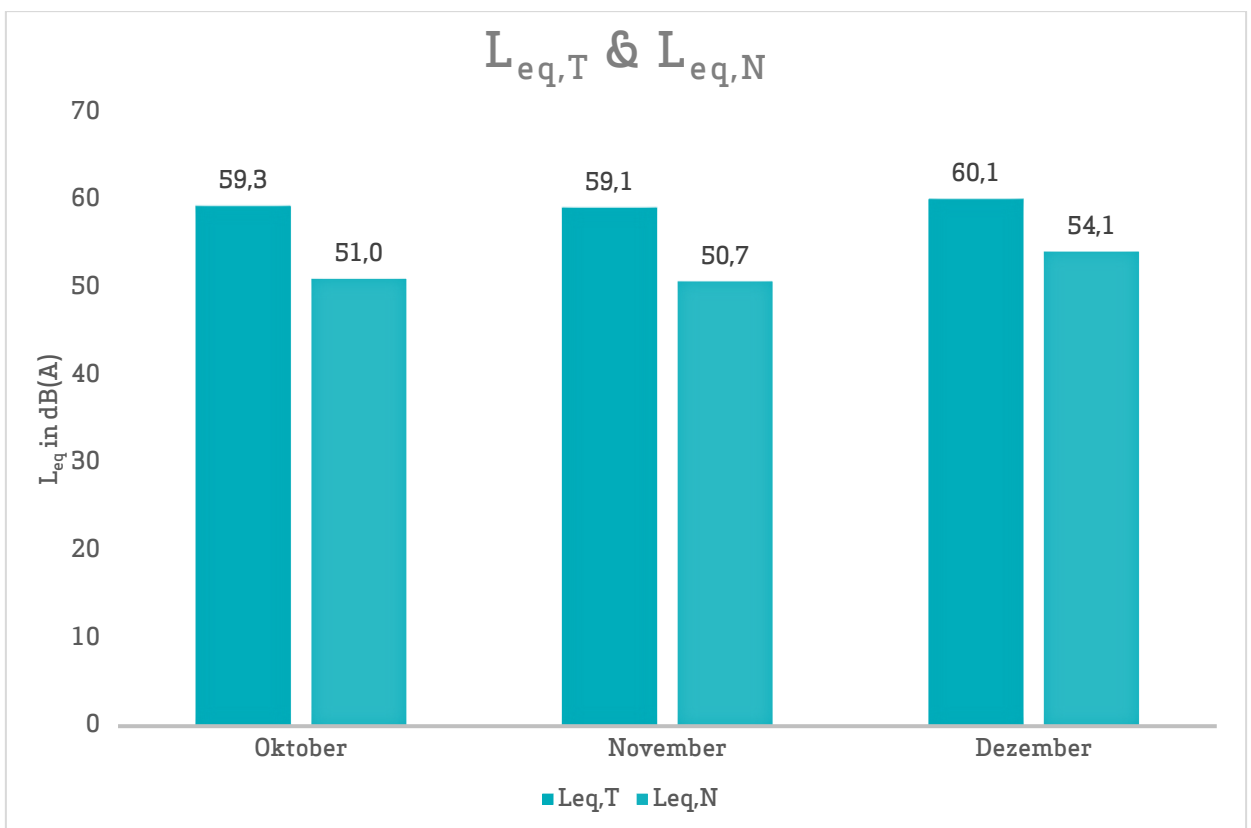


Abb. 16: L_{eq} Tag und Nacht

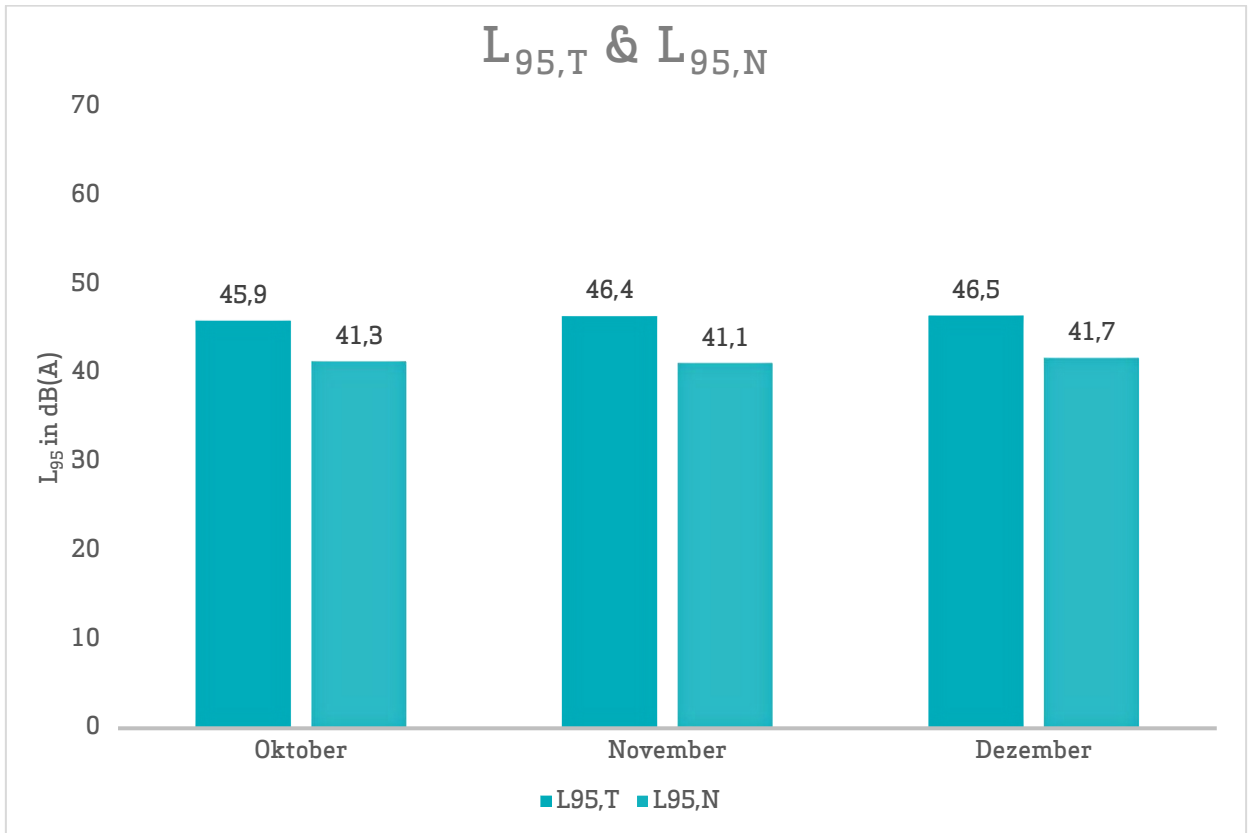


Abb. 17: L₉₅ Tag und Nacht

4.3 Jahresübersicht 2022

in dB(A)	L _{DIN,T}	L _{DIN,N}	NAT68*	NAT72*	L _{eq,T}	L _{eq,N}	L _{95,T}	L _{95,N}
Januar	55,1	46,8	87	46	56,7	54,6	44,8	40,3
Februar	56,9	46,1	57	32	58,7	54,9	47,0	43,0
März	60,7	54,7	518	486	61,8	55,5	46,3	42,7
April	61,3	54,0	409	365	62,5	55,2	47,3	42,7
Mai	60,2	52,8	343	294	61,2	54,5	45,7	41,7
Juni	59,3	51,4	234	191	60,3	53,4	44,4	41,5
Juli	58,6	51,2	262	210	59,6	52,3	45,0	40,6
August	60,4	54,0	431	404	61,2	54,6	44,6	40,9
September	57,8	49,7	156	104	60,0	51,7	44,8	40,9
Oktober	56,9	49,1	146	105	59,3	51,0	45,9	41,3
November	57,0	49,4	159	122	59,1	50,7	46,4	41,1
Dezember	59,5	52,8	308	265	60,1	54,1	46,5	41,7

* Hierbei handelt es sich um einen gemessenen Wert, der nicht nach Fluglärmschutzgesetz zur Definition von Fluglärmschutzzonen heranzuziehen ist.

Herausgeber Umwelt- und Nachbarschaftshaus | Gemeinnützige Umwelthaus GmbH
Rüsselsheimer Str. 100 | 65451 Kelsterbach | www.umwelthaus.org

Fluglärmmessung mit automatischer Geräuschklassifikation

D.Hemmer¹, D. Knauß², C. Pörschmann¹

¹ Fachhochschule Köln, 50679 Köln - e-mail: dominic.hemmer@fh-koeln.de

² deBAKOM GmbH, 51519 Odenthal

Einleitung

Bei der Messung von Flugzeuggeräuschen ist mit einer Beeinflussung des Fluglärmpegels durch verschiedene Fremdgeräusche zu rechnen. Zur Trennung dieser Ereignisse gibt es unter anderem die Möglichkeit der Klassifizierung durch Mustererkennung oder Korrelationsanalyse, die eine getrennte Betrachtung der auftretenden Schallereignisse ermöglicht. In der hier vorgestellten Untersuchung geht es in erster Linie um die Auswirkung verschiedener Erkennungsmethoden auf den Mittelungspegel und weniger um die Fehlerraten bei der Erkennung der Anzahl an Flugzeugen.

Vergleich zweier Methoden

Zur Geräuschidentifikation von Flugzeugen wurde an der Fachhochschule Köln ein Algorithmus entwickelt, mit dem es möglich ist, Flugzeuggeräusche zu identifizieren (Methode 1) [1]. Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes kann mit der Firma deBAKOM aus Odenthal der neu entwickelte Algorithmus getestet und mit dem vorhandenen Verfahren (Methode 2) der deBAKOM verglichen werden.

Methode 1

Die verwendete Musteranalyse arbeitet mit einem Vergleich mehrerer spektraler und temporaler akustischer Eigenschaften die als Merkmale zur Identifikation von Audiosignalen dienen. Untersuchungen mit verschiedenen akustischen Merkmalen zeigten [1], dass sich einige besonders gut zur Identifikation von Flugzeuggeräuschen eignen. Folgende Merkmale wurden zur Identifikation verwendet:

- spektraler Schwerpunkt
- spektrale Wölbung und Schiefe
- Linear Predictive Coding: Schwerpunkt und Schwankung
- MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients)

Die Verwendung von MFCC stellt sich als besonders günstig heraus. Werden bestimmte Koeffizienten der MFCC verwendet, so erhält man einen Merkmalsvektor, welcher eine gute Unterscheidung von Flugzeuggeräusche und anderen Geräuschklassen ermöglicht.

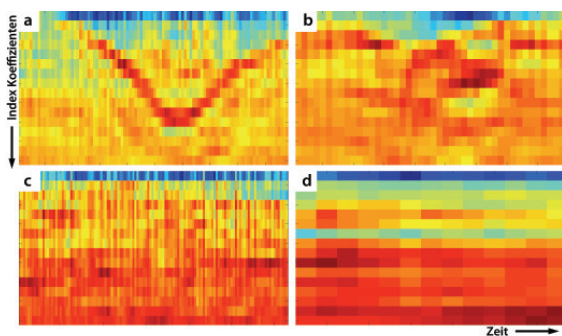


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

Methode 2

Die derzeit in der Praxis eingesetzte Methode zur automatischen Erkennung von Fluglärm ist ein 3-stufiges Verfahren, das auf der spektralen Struktur und dem typischen zeitlichen Verlauf von Flugzeuggeräuschen, wie er z.B. in der DIN 45643 beschrieben ist, beruht. Die ersten beiden Stufen der Erkennung nutzen die spektrale Struktur des Fluglärms zur Identifikation. In der ersten Stufe erfolgt die Zuordnung anhand des Gesamtspektrums, während in der zweiten Stufe eine detailliertere Erkennung anhand einer Korrelationsanalyse mit Musterspektren erfolgt. Diese Musterspektren werden anhand von Audioaufzeichnungen aus für den Messort typischen Fluglärmereignissen erstellt.

Da die spektrale Struktur von Fluglärmgeräuschen stark variiert, d.h. auch vom jeweiligen Messort abhängig ist, ist eine individuelle Anpassung der Muster an den Messort erforderlich. Dies kann entweder vorab erfolgen, falls bereits Audioaufzeichnungen vorliegen, oder die Zuordnung wird nach der Messung durchgeführt. In beiden Fällen erfolgt die Erkennung mit Stufe 1, die bereits eine gute Erkennung zulässt. Die Bestimmung des Fluglärmpegels erfolgt in der Regel ereignisorientiert, d.h. Fluglärm ist auf eine kurze Zeitspanne beschränkt. Diese Tatsache wird im dritten Teil der Fluglärm-erkennung verwendet, indem aus dem Pegel-Zeitverlauf Ereignisse heraus gefiltert werden, die der typischen zeitlichen Struktur des Fluglärms am Messort entsprechen. Dies sind z.B. die Dauer des Ereignisses, die sogenannte t10-Zeit oder typische Pegelhöhen. Damit stehen für die Zuordnung zwei Kriterien zur Verfügung: Das Geräusch entspricht in seiner spektralen Struktur Fluglärm und die zeitliche Struktur entspricht den Fluglärmgeräuschen.

Beispiele aus der Praxis

Die Tabelle in Abbildung 2 zeigt ein Beispiel für die automatische Fluglärm-erkennung. Das Messsystem wurde im August 2010 in Neu-Isenburg (Flughafen Frankfurt) eingerichtet. In der Tabelle sind die Pegelwerte sowie die Anzahl von Fluglärmereignissen in einem Erfassungszeitraum von 5 Monaten mit automatischer (deBAKOM) und manueller Auswertung dargestellt. Für den Monat August wurden dabei lediglich Stufe 1 und Stufe 3 der Erkennung eingesetzt. Ab September auch Stufe 2. Wie der Tabelle zu entnehmen ist, zeigen die Pegel der beiden Auswertungen nur geringe Abweichungen. Bei der Anzahl der zugeordneten Ereignisse hingegen ergeben sich größere Diskrepanzen, die vor allem durch Ereignisse mit kleinen Pegeln nahe der Schwelle verursacht werden.

		Ld dB(A)	Ln dB(A)	Anzahl Tag	Anzahl Nacht
August 2010	deBAKOM	59,7	53,9	10617	1390
	manuell	59,2	53,2	8623	1124
	Differenz	0,5	0,7	1994	266
September 2010	deBAKOM	60	53,6	12744	1583
	manuell	59,8	53,4	11175	1504
	Differenz	0,2	0,2	1569	79
Oktober 2010	deBAKOM	60,3	55,7	11994	1710
	manuell	60,1	55,4	11012	1649
	Differenz	0,2	0,3	982	61
November 2010	deBAKOM	60,2	55,4	11635	1514
	manuell	59,9	55,2	10544	1466
	Differenz	0,3	0,2	1091	48
Dezember 2010	deBAKOM	58,8	54,4	10013	1577
	manuell	58,8	54,3	9479	1529
	Differenz	0	0,1	534	48

Abbildung 2: Vergleich der Messungen in Neu-Isenburg zwischen manueller und automatischer Auswertung. Für September wurde eine Musteranpassung vorgenommen, die dazu führte, dass die Differenz zwischen automatischer und manueller Erkennung kleiner wird.

Im folgenden Beispiel befand sich die Messanlage im Unterschied zum vorigen Szenario direkt an der Straße, so dass die Pegelaufzeichnungen eine Mischung aus Straßenverkehr und Fluglärm darstellen. In der folgenden Grafik sind für 2 Tage die anhand verschiedener Verfahren ermittelten Fluglärmpegel, so wie der errechnete Mittelungspegel gegenübergestellt.

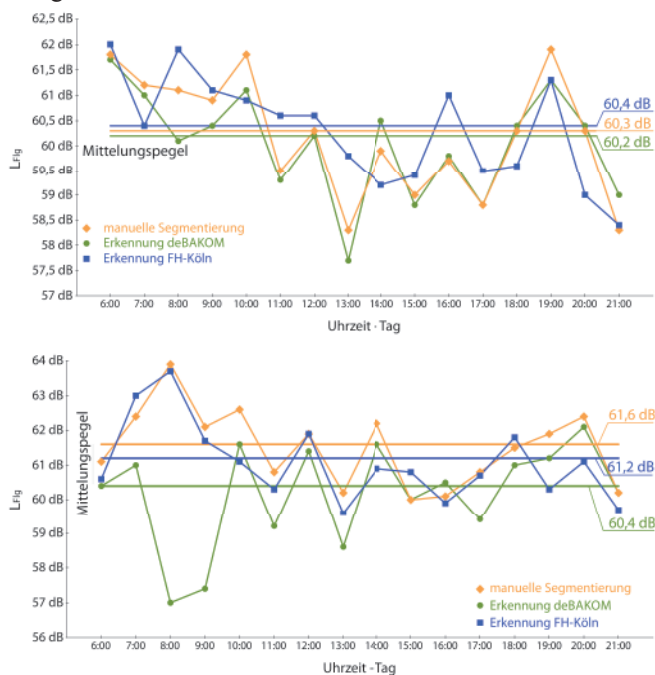


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung schlechter und der Mittelungspegel weicht stärker ab.

Die folgenden Abbildungen zeigen den Pegel-Zeitverlauf für einen Zeitabschnitt mit wenig KFZ (5-6 Uhr) und einen Abschnitt mit deutlich mehr Fremdgeräuschen (15-16 Uhr). In Abbildung 4 (unten) ist deutlich zu erkennen, dass eine ‚einfache‘ Zuordnung der Ereignisse – Fluglärm nicht mehr möglich ist.

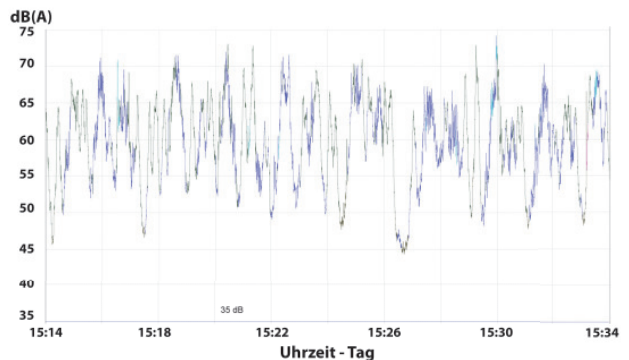
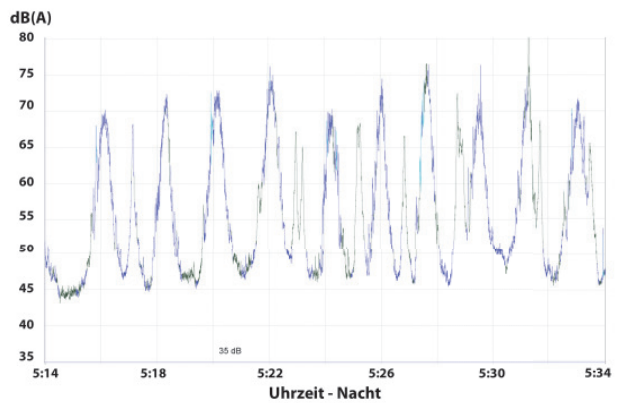


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

Diese Fluglärmereignisse sind auch manuell nicht ohne weiteres zu identifizieren, da es sich bei den Ereignissen um eine Mischung aus Fluglärm und anderen Lärmereignissen handelt. Dies ist mit ein Grund, weshalb in einzelnen Stunden zum Teil größere Abweichungen zwischen den Pegeln aus den drei Verfahren auftreten (Abb. 3). Da der Fluglärmpegel jedoch nicht auf Stundenbasis, sondern anhand eines Langzeitmittelungspegels über 6 Monate bestimmt wird, ist die automatische Erkennung geeignet, Fluglärmereignisse und deren Pegel zu ermitteln (Abb. 2).

Fazit

Bei dem Vergleich der vorgestellten Methoden sind nur geringe Abweichungen im Mittelungspegel zu beobachten. Betrachtet man den Pegel bei dem Vergleich der unterschiedlichen Methoden, so ergeben sich nur geringe Abweichungen beim Mittelungspegel. Allerdings gibt es eine größere Abweichung bei der Betrachtung der Anzahl der erkannten Ereignisse. Die Ursache für die Abweichung liegt maßgeblich an dem gleichzeitigen Auftreten verschiedener Geräuschklassen am Messort. Fluglärmernennung ist jedoch nur ein Beispiel für die Mustererkennung. Die Verfahren sollen nicht nur für Fluglärm, sondern auch für andere Geräushtypen (Straße, Bahn, Industrie etc.) eingesetzt werden.

Literatur

- [1] D. Hemmer, C. Pörschmann (2010). Testsystem zum Vergleich verschiedener Parameter zur Verbesserung der Erkennungsleistung bei der Flugzeuggeräuschidentifikation. In: Fortschritte der Akustik - DAGA 2010, DEGA e.V., D - Oldenburg, pp. 829-830