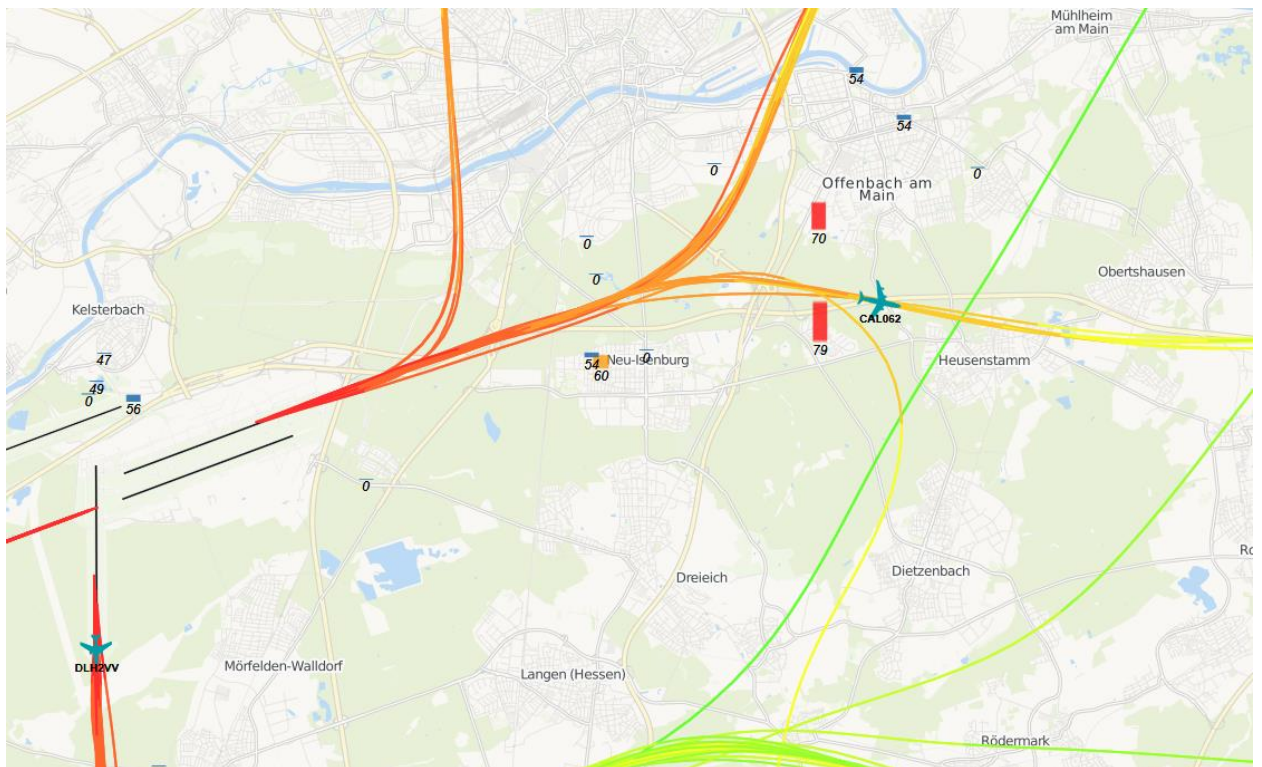


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-201 in Gravenbruch

Berichtszeitraum: Oktober 2022 – Dezember 2022 | Stand 16.06.2023



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 25	11
2.5	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-N (lang)	13
2.6	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-S/O	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-201 (Quelle: Google Maps)	5
Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	7
Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 4: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 5: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 6: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 7: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	10
Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25	12
Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-N (lang)	13
Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-S/O	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 einem Privatgrundstück in Gravenbruch wurde am 21. Juni 2011 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-201) lauten: 32 U 482464; 5545358 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 4 m über dem Dach des Hauses (ca. 20 m ü. Grund).

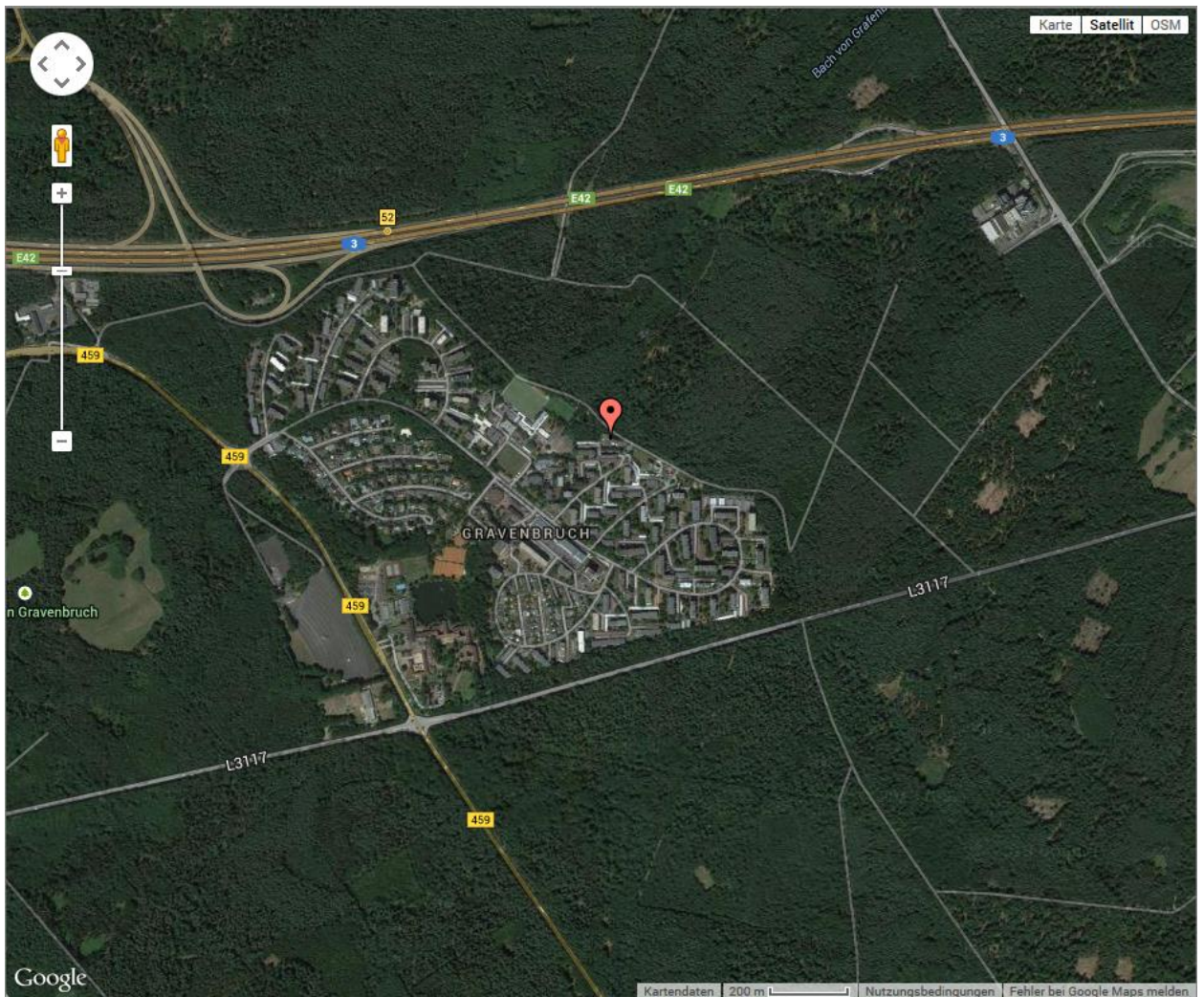


Abb. 1: Standort der Messstation MP-201 (Quelle: Google Maps)

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

Auswertung der Überflüge über Gravenbruch



2 Überflughöhen

2.1 Auswertungsmethode und Erfassungsrate

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

- **Anflüge (BR25):** 2778 m (1,5 NM) rechts und 1 m links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 250°.
- **Abflüge 07-N (lang):** 3704 m (2 NM) links und 1 m rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 35°.
- **Abflüge 07-S/O:** 1852 m (1 NM) rechts und links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 120°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der erfassten Fluggeräuscheignisse	Prozentualer Anteil der erfassten Fluggeräuscheignisse
Anflüge (BR25)	20222	834	4,12%
Abflüge 07-N (lang)	2259	282	12,48%
Abflüge 07-S/O	1289	964	74,79%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ des Monats 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.

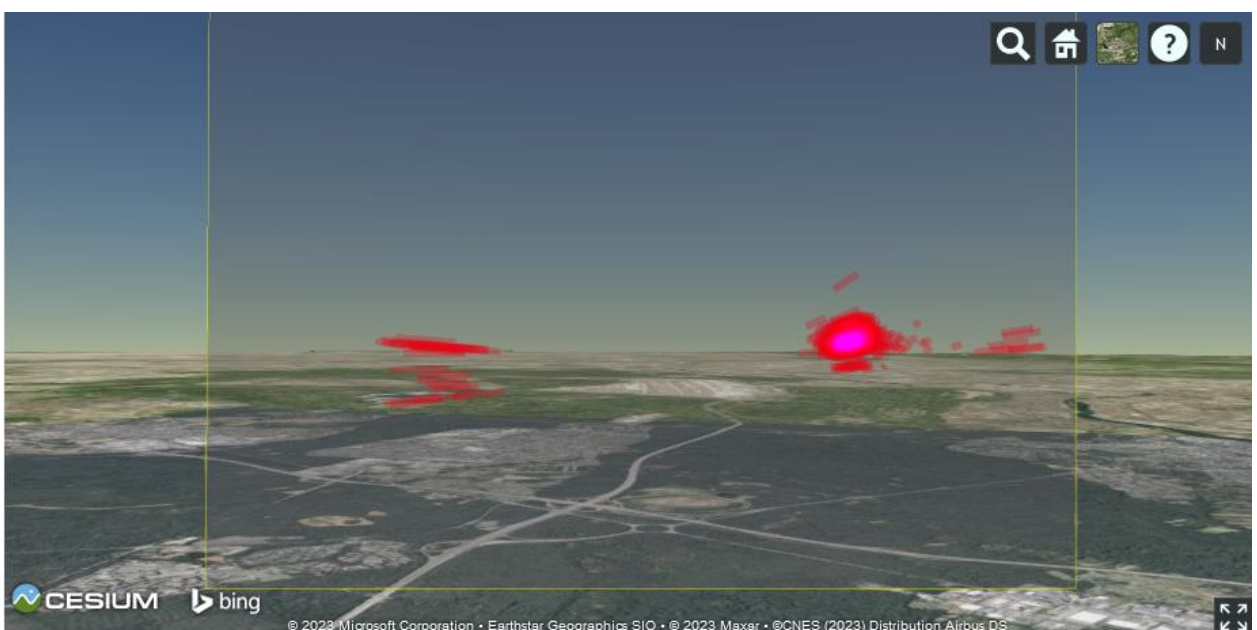


Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

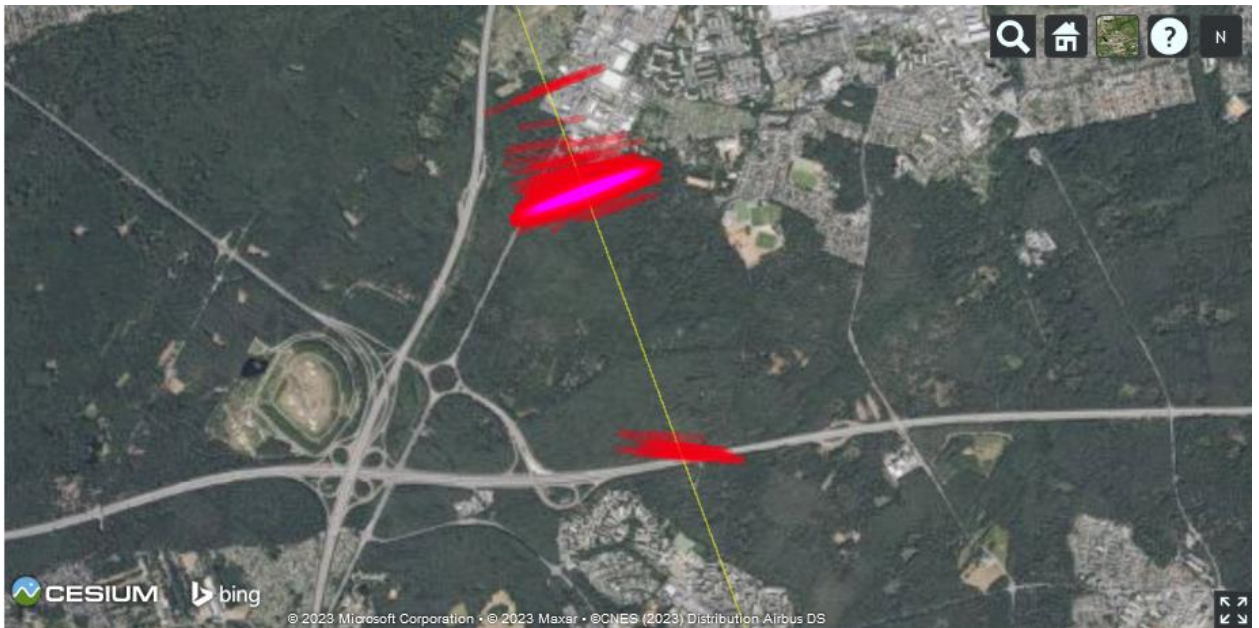


Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

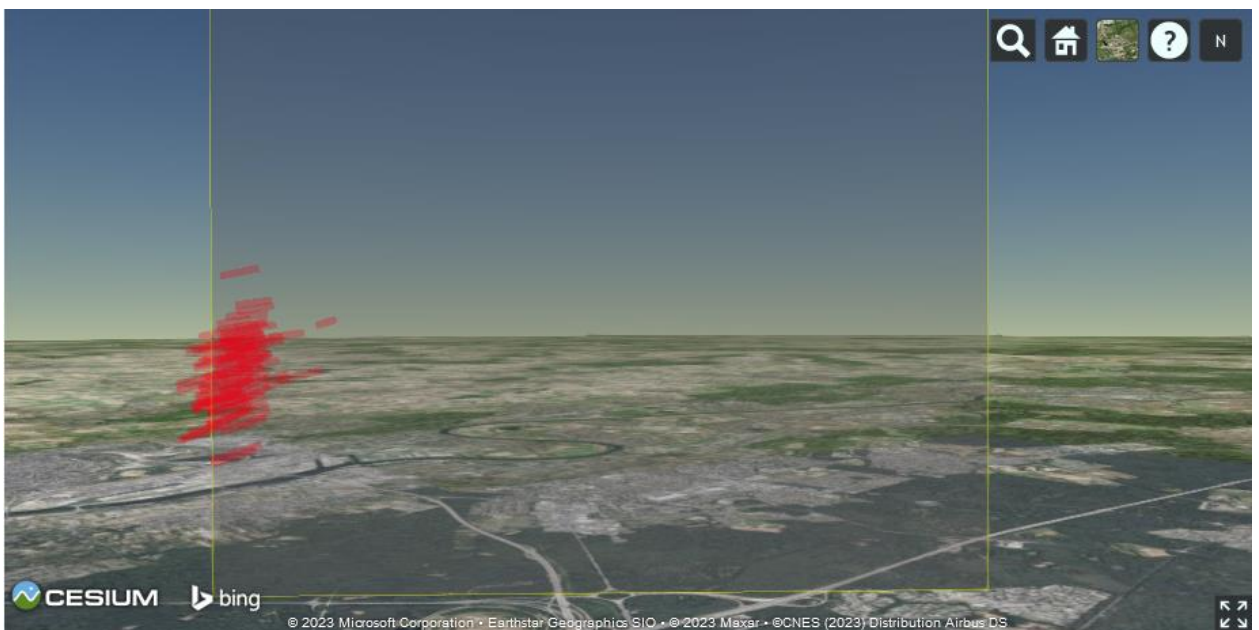


Abb. 4: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

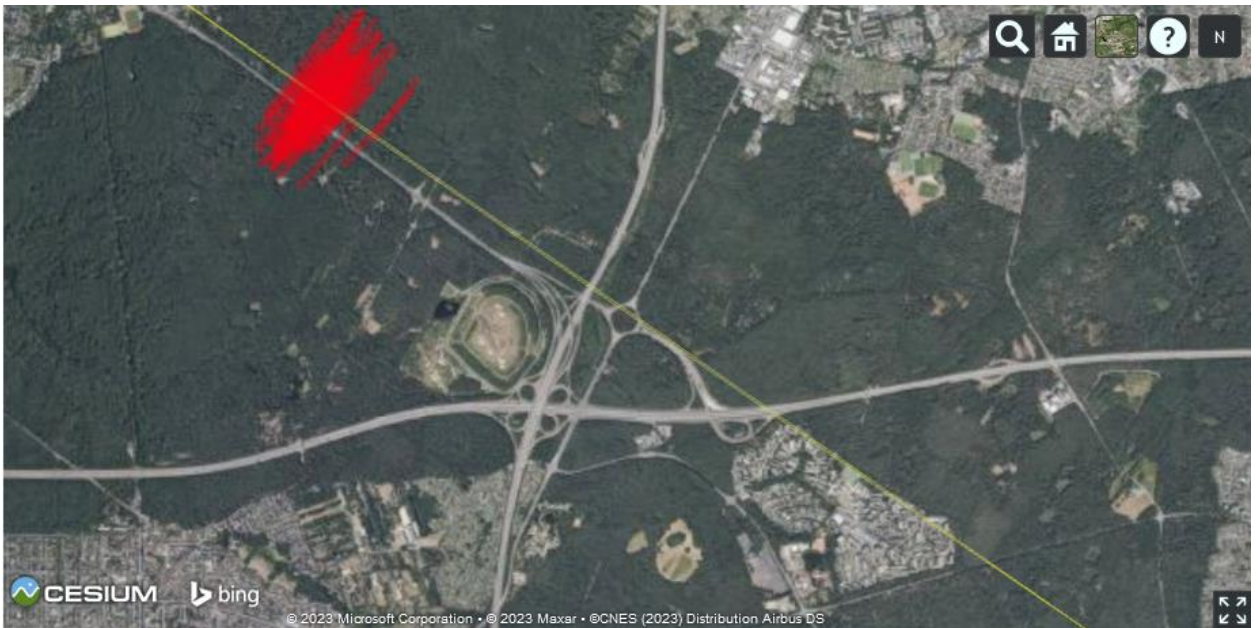


Abb. 5: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

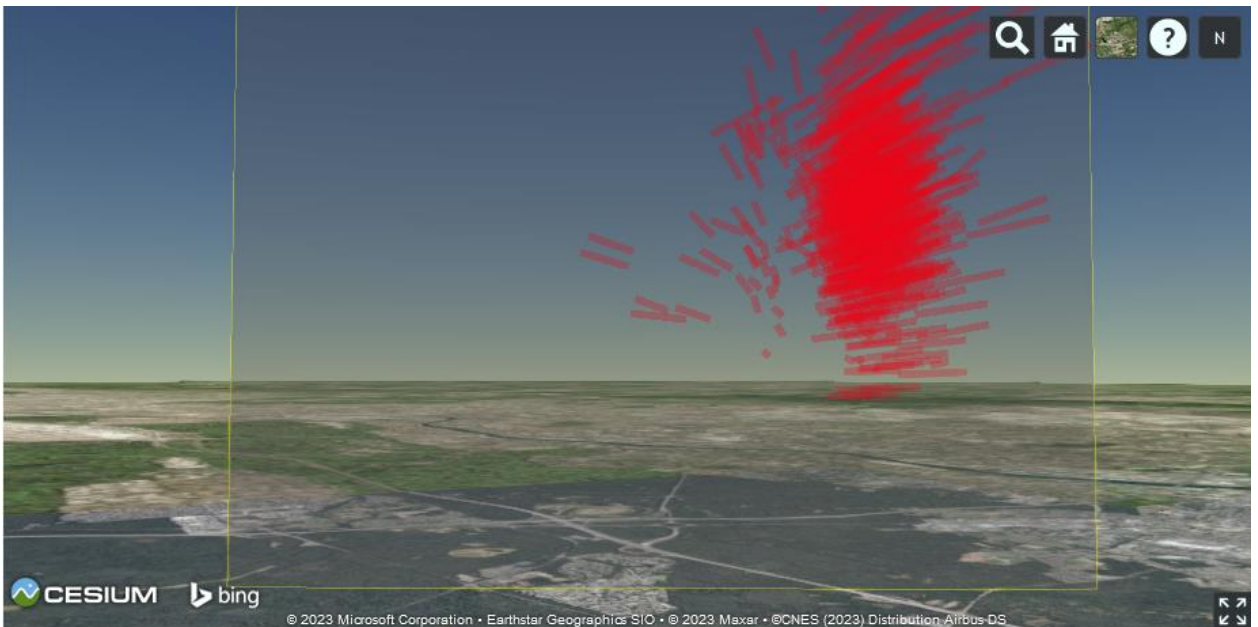


Abb. 6: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 7: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Dezember 2022, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

2.2 Bahnnutzung bzgl. Landungen

	Betriebsrichtung 25			Betriebsrichtung 07			Monatlicher Durchschnitt	
	RWY 25R	RWY 25C	RWY 25L	RWY 07L	RWY 07C	RWY 07R	BR25	BR07
Bahnnutzung* in [%]								
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 04:00	01.10.2022 19:59	16 h	Windgeschwindigkeit
02.10.2022 03:00	02.10.2022 10:59	8 h	Windgeschwindigkeit
05.10.2022 12:00	05.10.2022 16:59	5 h	Windgeschwindigkeit
08.10.2022 10:00	08.10.2022 12:59	3 h	Windgeschwindigkeit
10.10.2022 13:00	10.10.2022 15:59	3 h	Windgeschwindigkeit
12.10.2022 19:00	12.10.2022 19:49	0,83 h	Technische Störung

14.10.2022 06:00	14.10.2022 06:34	0,58 h	Technische Störung
17.10.2022 20:00	17.10.2022 20:54	0,92 h	Technische Störung
20.10.2022 10:00	20.10.2022 12:59	3 h	Windgeschwindigkeit
22.10.2022 11:00	22.10.2022 15:59	5 h	Windgeschwindigkeit
24.10.2022 13:00	24.10.2022 14:59	2 h	Windgeschwindigkeit
24.10.2022 22:00	25.10.2022 01:59	4 h	Windgeschwindigkeit
26.10.2022 12:00	26.10.2022 15:59	4 h	Windgeschwindigkeit
28.10.2022 20:00	28.10.2022 20:14	0,25 h	Technische Störung
30.10.2022 02:00	30.10.2022 02:19	0,33 h	Technische Störung
01.11.2022 09:00	01.11.2022 16:59	8 h	Windgeschwindigkeit
02.11.2022 09:00	02.11.2022 14:59	6 h	Windgeschwindigkeit
03.11.2022 07:30	03.11.2022 07:59	0,5 h	Technische Störung
04.11.2022 00:00	04.11.2022 02:59	3 h	Windgeschwindigkeit
07.11.2022 09:00	07.11.2022 15:59	7 h	Windgeschwindigkeit
10.11.2022 09:00	10.11.2022 12:59	4 h	Windgeschwindigkeit
11.11.2022 13:00	11.11.2022 13:44	0,75 h	Technische Störung
15.11.2022 01:00	15.11.2022 01:19	0,33 h	Technische Störung
17.11.2022 08:00	17.11.2022 15:59	8 h	Windgeschwindigkeit
21.11.2022 22:00	21.11.2022 22:59	1 h	Technische Störung
24.11.2022 01:00	24.11.2022 01:49	0,83 h	Technische Störung
18.12.2022 10:00	18.12.2022 14:59	5 h	Windgeschwindigkeit
22.12.2022 03:00	22.12.2022 15:59	13 h	Windgeschwindigkeit
23.12.2022 17:00	23.12.2022 22:59	6 h	Windgeschwindigkeit
25.12.2022 22:00	27.12.2022 14:59	41 h	Windgeschwindigkeit
28.12.2022 08:00	29.12.2022 14:59	31 h	Windgeschwindigkeit
30.12.2022 15:00	31.12.2022 15:59	25 h	Windgeschwindigkeit
31.12.2022 16:00	31.12.2022 23:59	8 h	Nachbarschaftslärm

2.4 Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25

Bei den Auswertungen der An- und Abflughöhen wurden nur Flüge betrachtet, die durch die o.a. „Durchflug-tore“ 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 BR25	Oktober	November	Dezember
Mittelwert	2866	2940	2938
Standardfehler des Mittelwerts	6	6	7
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2855	2928
	Obergrenze	2878	2952
5% getrimmtes Mittel	2875	2936	2949
Median	2880	2934	2948
Varianz	8778	13202	11436
Standardabweichung	94	115	107
Minimum	2212	2386	2339
Maximum	3237	3481	3170
Spannweite	1025	1095	831
Interquartilbereich	64	68	87
Schiefe	-2,72	0,44	-2,95
Kurtosis	15,46	7,59	13,33
Anzahl Ereignisse:	255	340	239

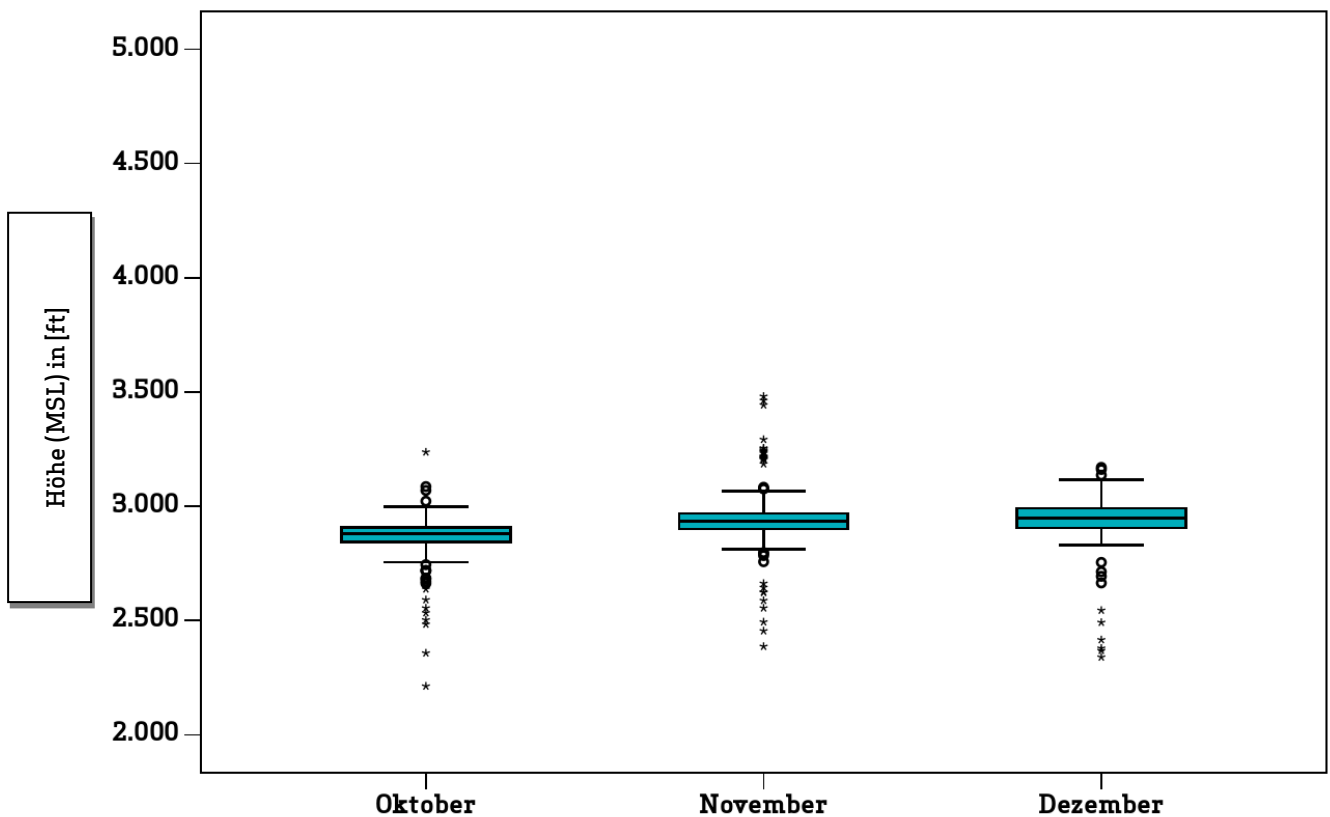


Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25

2.5 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-N (lang)

Höhe (MSL) in [ft] bei BR07	Oktober	November	Dezember
Mittelwert	3250	3556	3592
Standardfehler des Mittelwerts	66	99	80
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	3119	3356
	Obergrenze	3381	3755
5% getrimmtes Mittel	3214	3558	3571
Median	3160	3611	3529
Varianz	663464	482093	529818
Standardabweichung	815	694	728
Minimum	1962	2258	2351
Maximum	5924	4803	5358
Spannweite	3962	2545	3007
Interquartilbereich	1277	1179	1173
Schiefe	0,65	-0,16	0,33
Kurtosis	0,02	-0,89	-0,82
Anzahl Ereignisse:	151	49	82

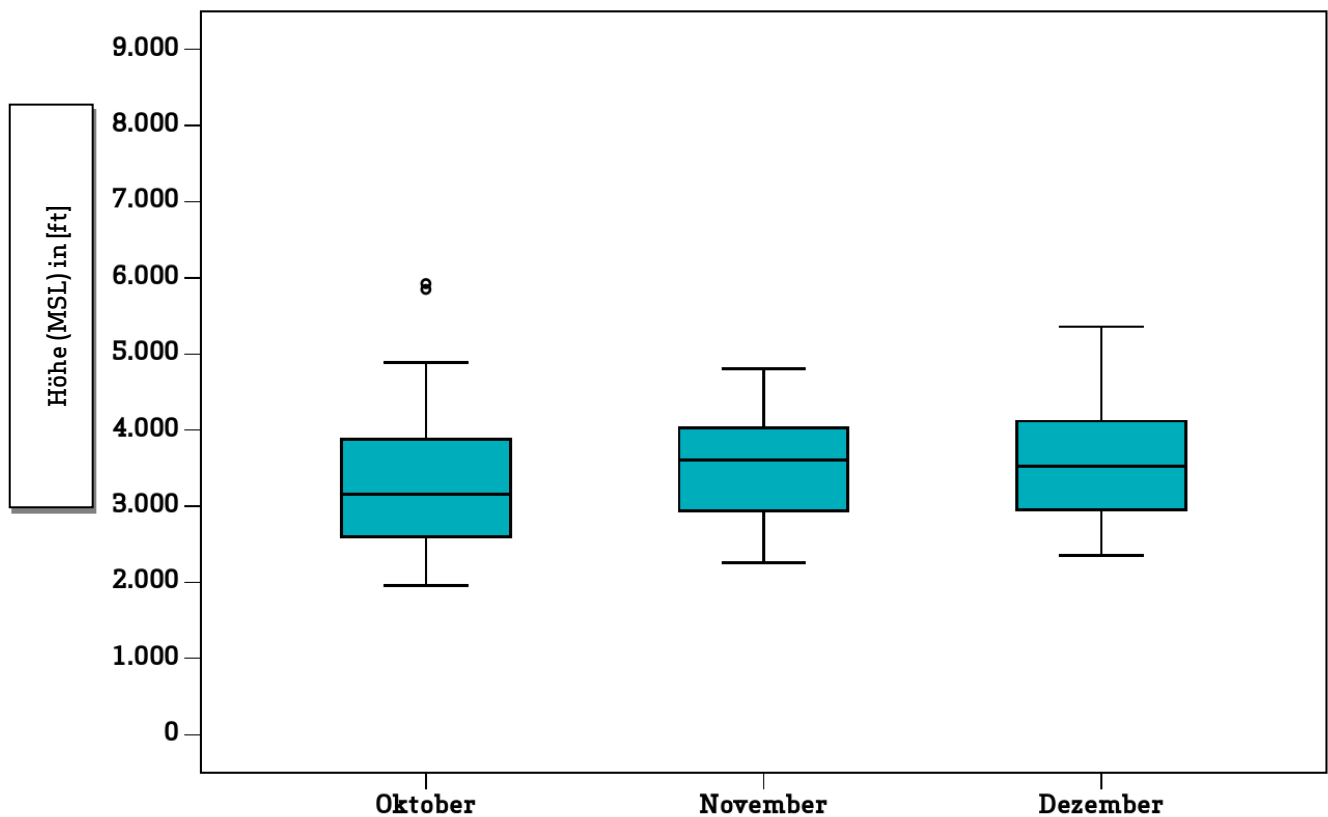


Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-N (lang)

2.6 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-S/O

Höhe (MSL) in [ft] bei BR07	Oktober	November	Dezember
Mittelwert	4832	5227	5172
Standardfehler des Mittelwerts	59	67	42
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	5095	5090
	Obergrenze	4948	5253
5% getrimmtes Mittel	4826	5219	5168
Median	4816	5098	5164
Varianz	768317	1102773	861788
Standardabweichung	877	1050	928
Minimum	2518	2344	2694
Maximum	7056	8439	8337
Spannweite	4538	6095	5643
Interquartilbereich	1276	1529	1233
Schiefe	0,12	0,17	0,06
Kurtosis	-0,17	-0,05	0,24
Anzahl Ereignisse:	222	246	496

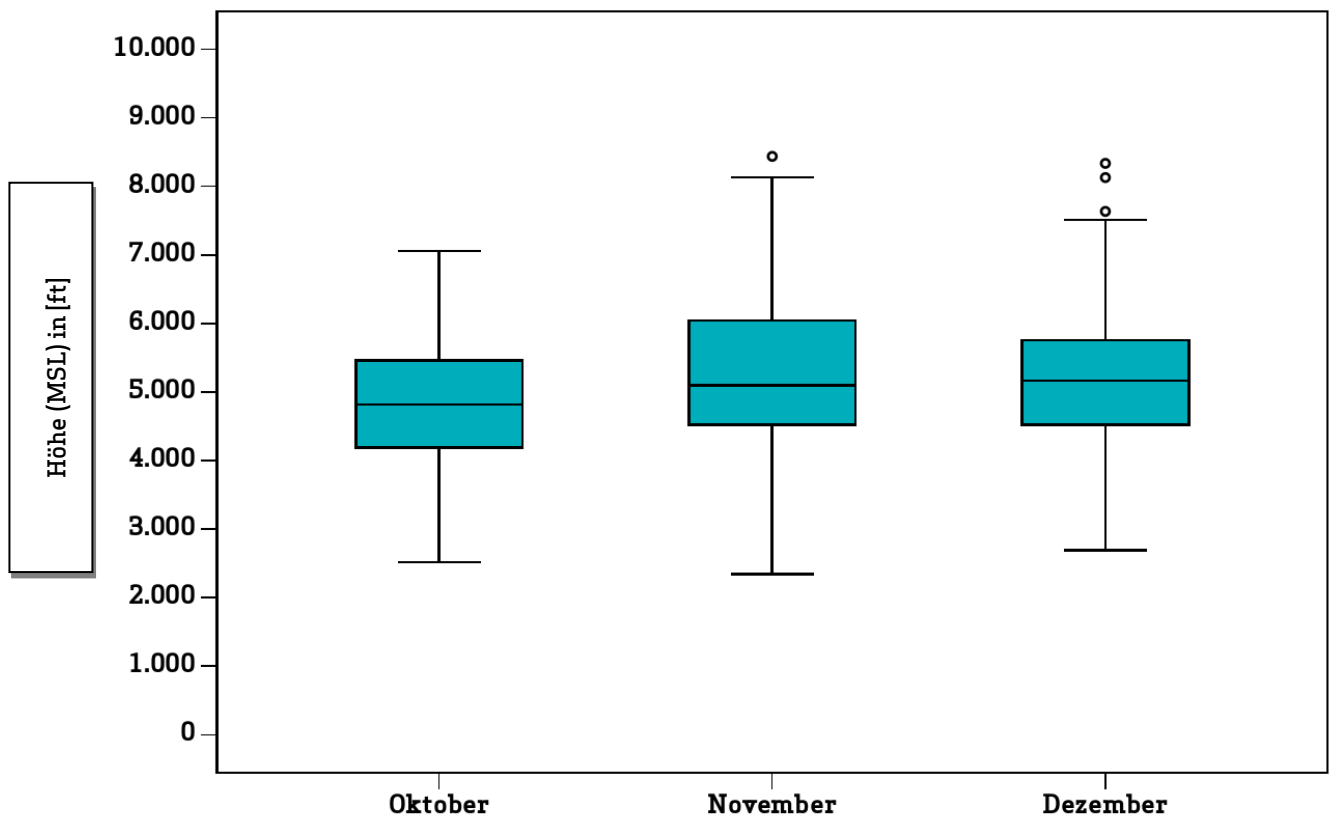


Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 – Abflugroute 07-S/O

Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-201)



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	BR25 & BR07
Oktober	545	83	628
November	578	57	635
Dezember	674	143	817

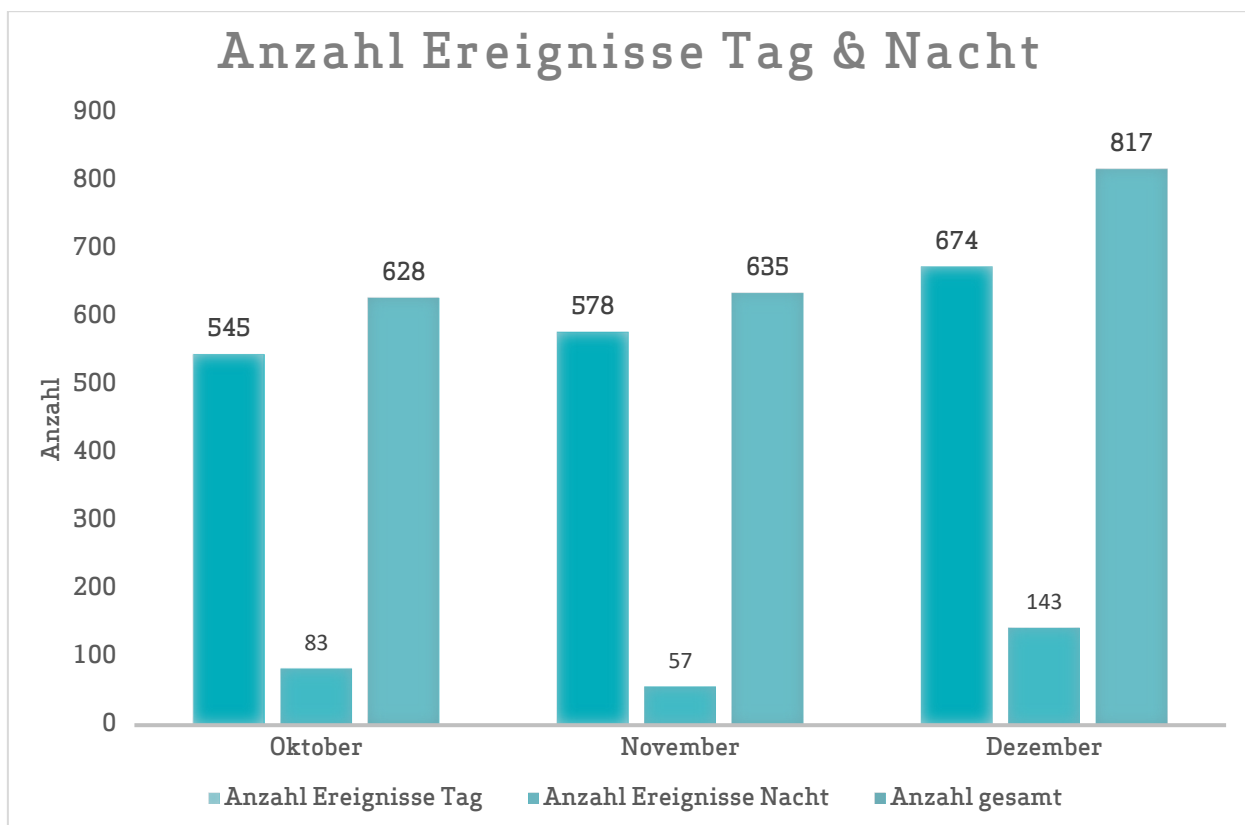


Abb. 11: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

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)
Oktober	141	268	114	16	6
November	172	296	95	9	6
Dezember	92	301	226	43	12

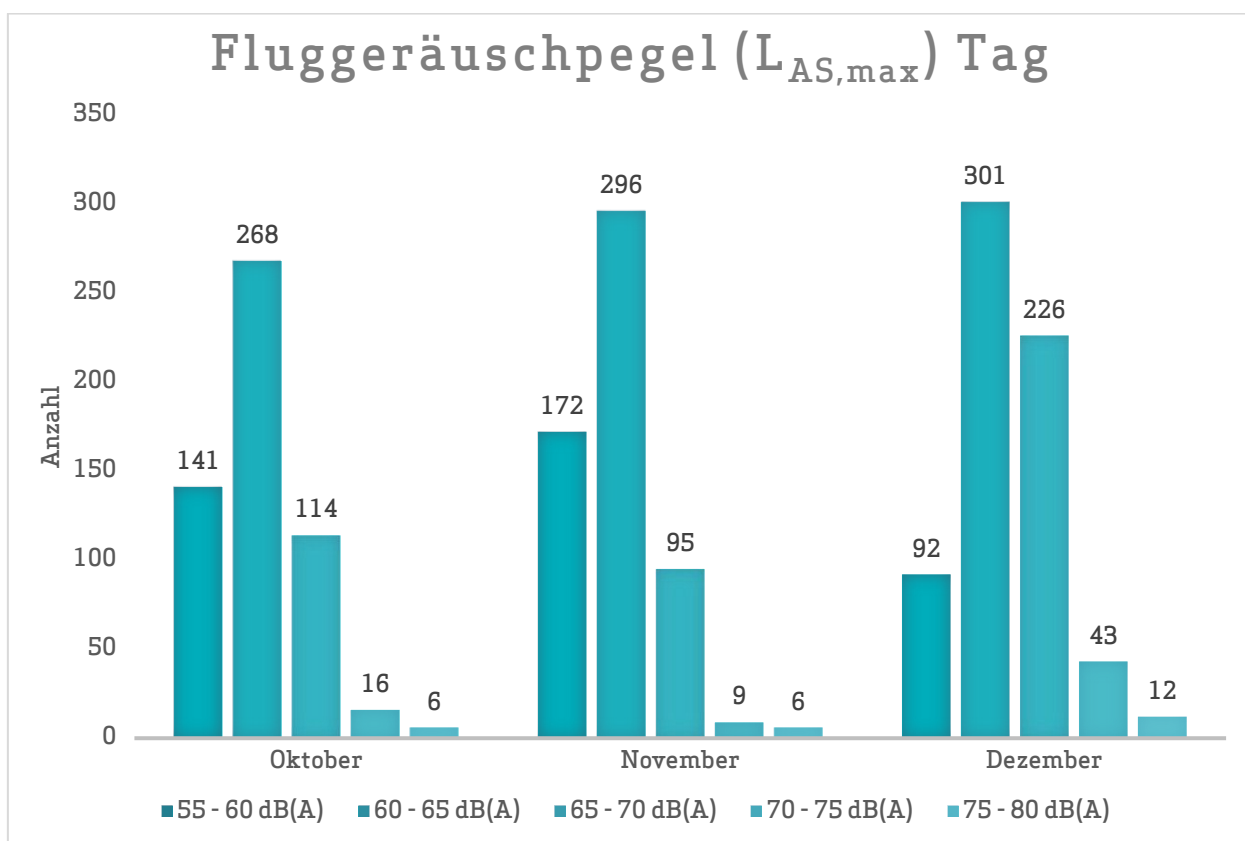


Abb. 12: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
Oktober	33	23	23	3	1
November	25	18	12	2	0
Dezember	24	64	39	8	8

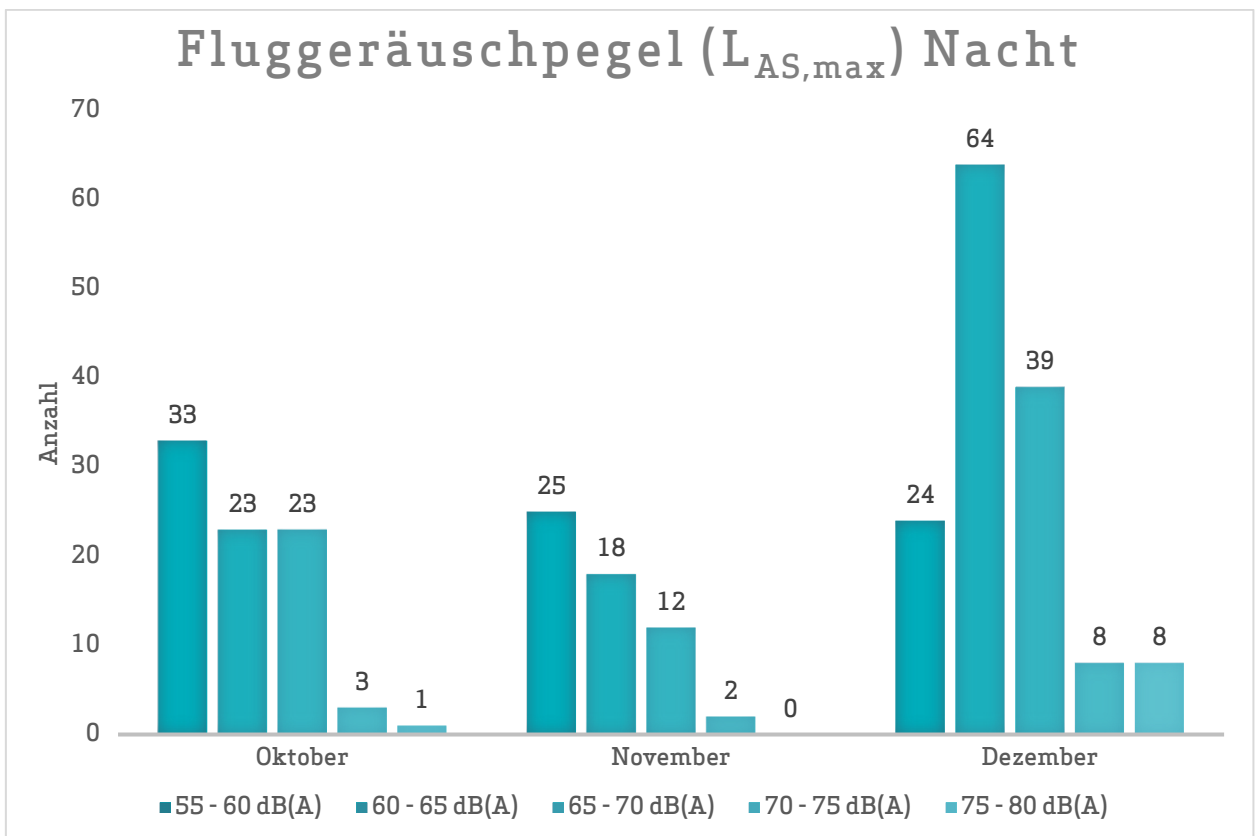


Abb. 13: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

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	41,3	37,4	8	3	53,2	49,8	49,0	47,0
November	41,0	33,9	4	2	53,6	49,0	49,2	46,0
Dezember	44,5	42,1	27	12	55,3	53,8	50,6	46,9

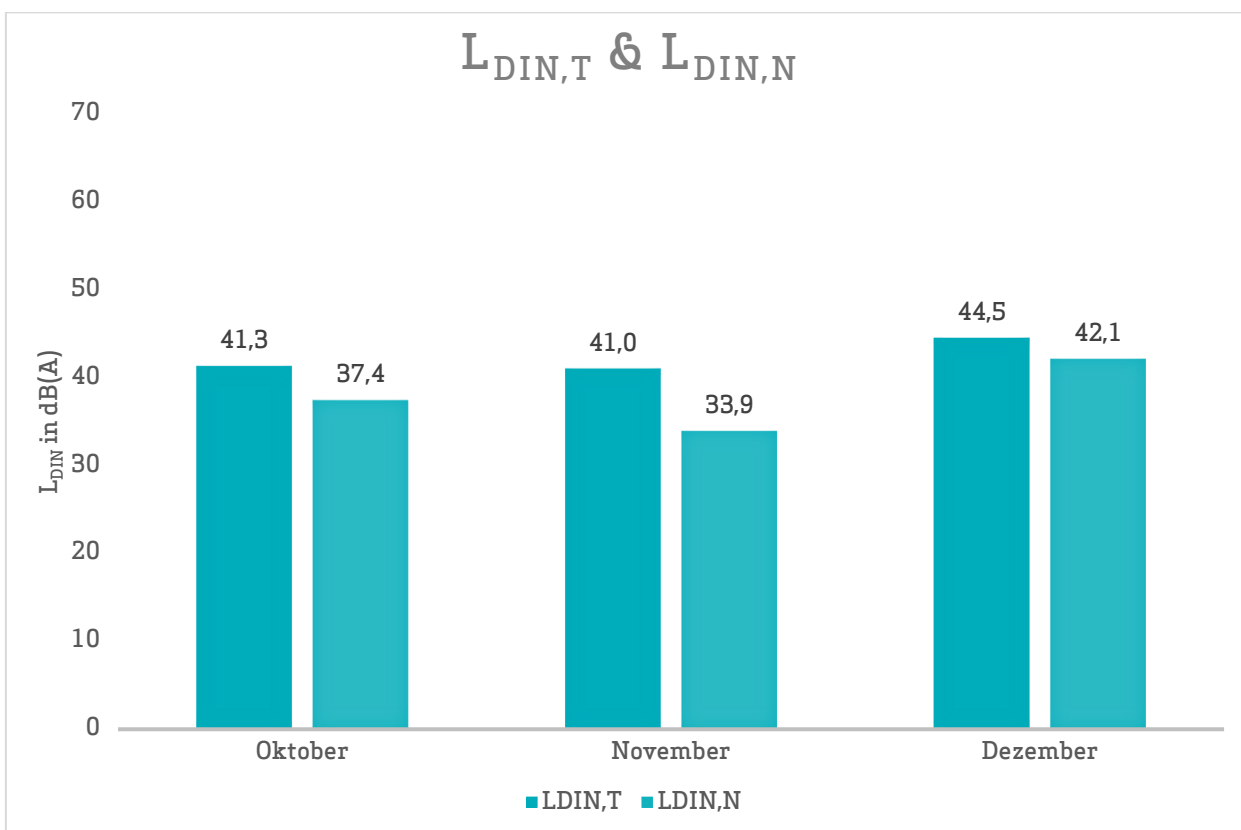


Abb. 14: L_{DIN} Tag und Nacht

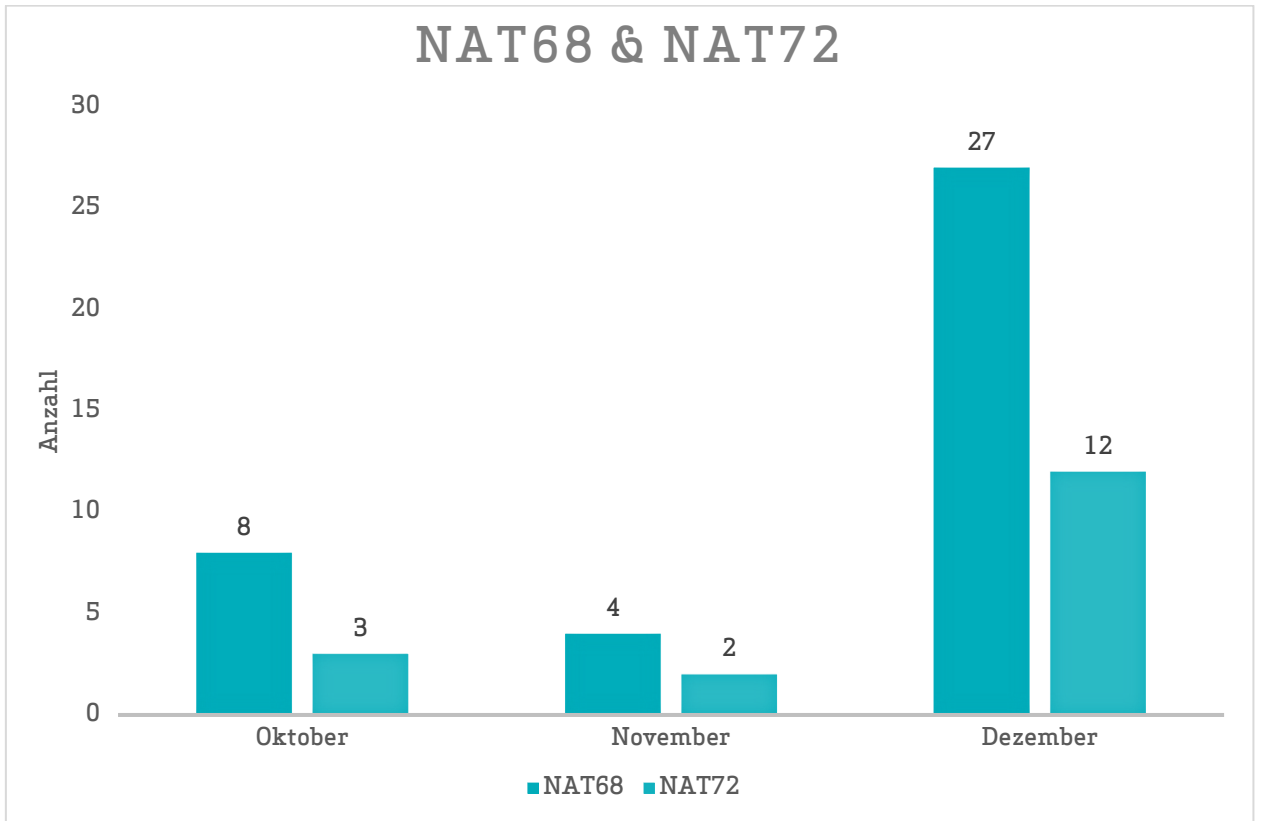


Abb. 15: NAT68 und NAT72

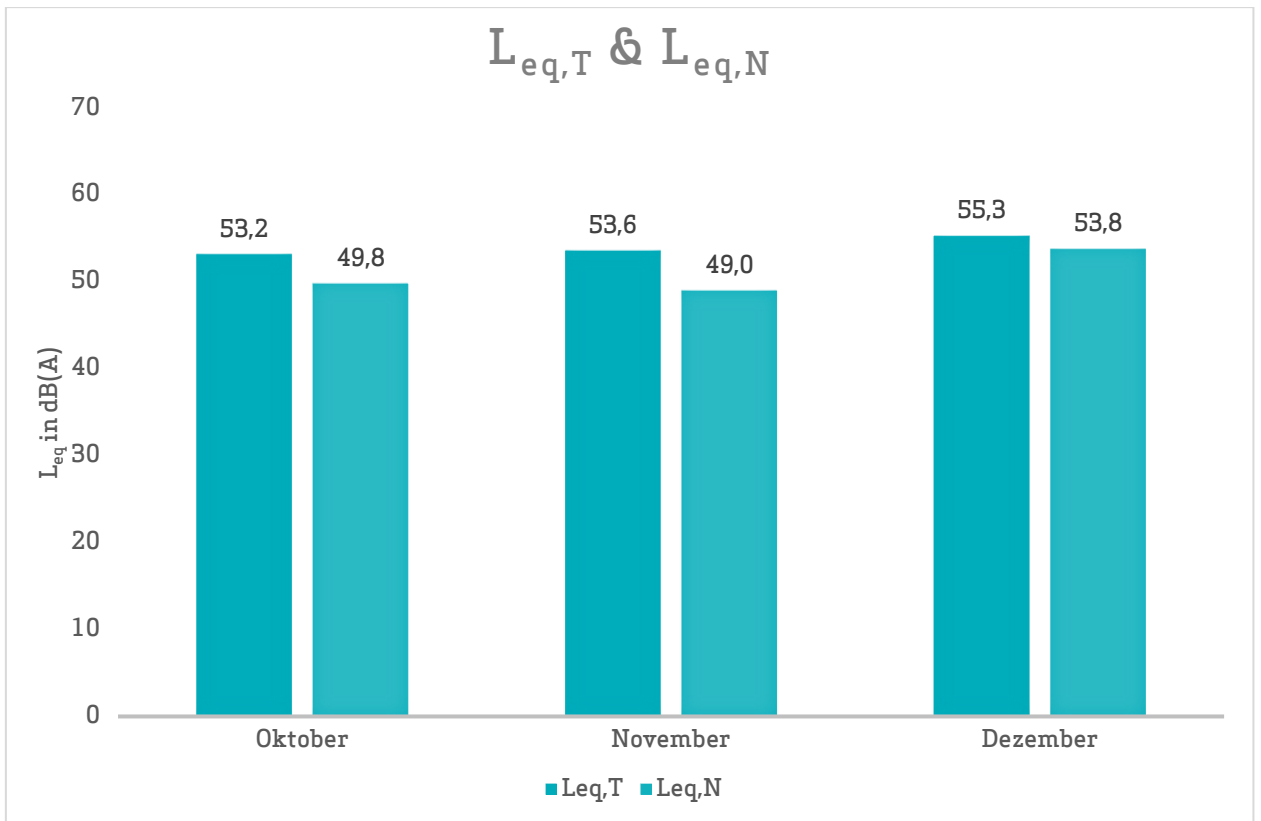


Abb. 16: L_{eq} Tag und Nacht

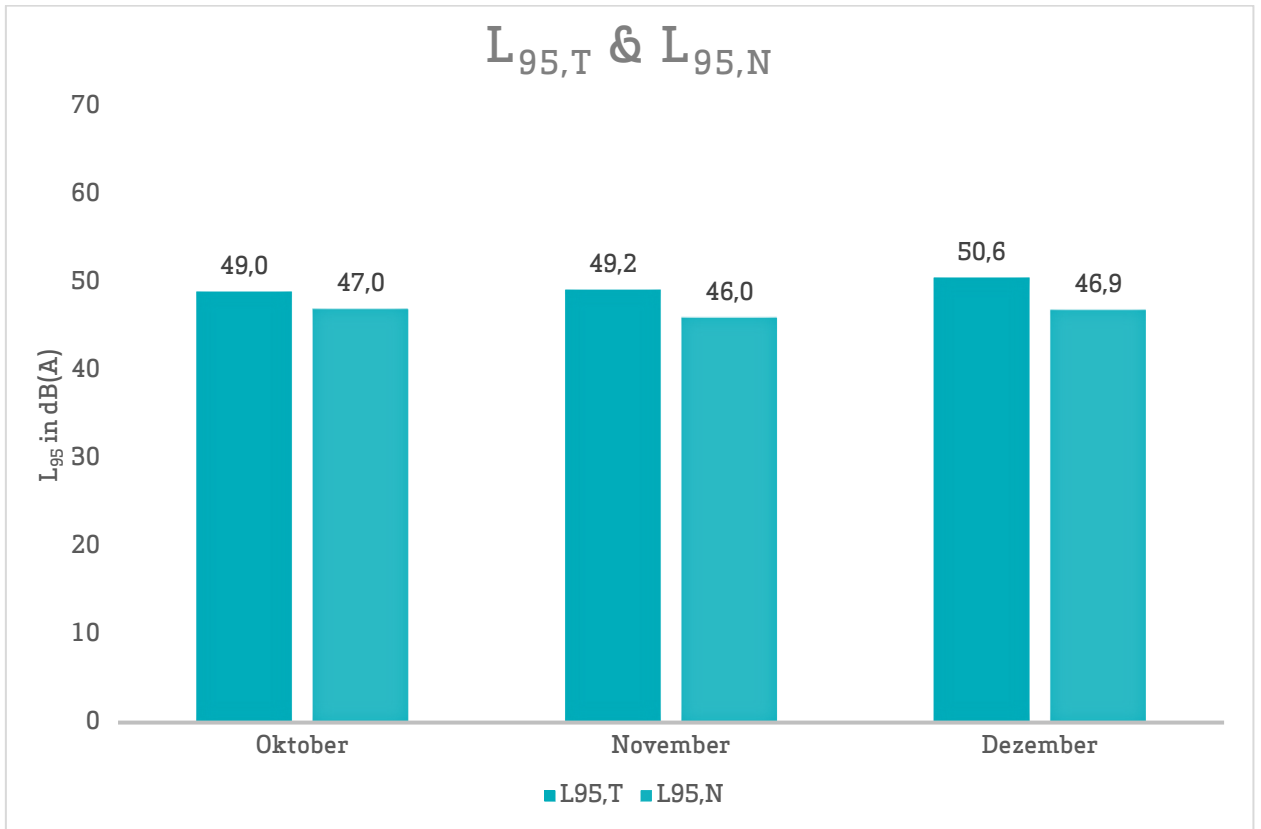


Abb. 17: L₉₅ Tag und Nacht

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	39,9	35,1	6	1	55,0	51,3	50,0	46,0
Februar	42,7	34,6	3	0	58,9	58,4	51,5	48,6
März	47,6	45,9	81	47	56,6	54,1	50,7	48,4
April	49,4	46,0	80	36	58,1	55,8	51,2	49,1
Mai	47,1	42,8	38	11	54,7	56,1	48,9	48,2
Juni	44,8	43,5	45	21	54,8	55,3	47,9	47,9
Juli	43,9	41,4	30	11	52,9	51,5	47,6	47,7
August	47,3	44,7	71	28	52,8	50,9	47,2	47,2
September	43,7	39,2	16	0	54,2	51,4	49,0	46,9
Oktober	41,3	37,4	8	3	53,2	49,8	49,0	47,0
November	41,0	33,9	4	2	53,6	49,0	49,2	46,0
Dezember	44,5	42,1	27	12	55,3	53,8	50,6	46,9

* 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 Flugzeuggeräuschen und anderen Geräuschklassen ermöglicht.

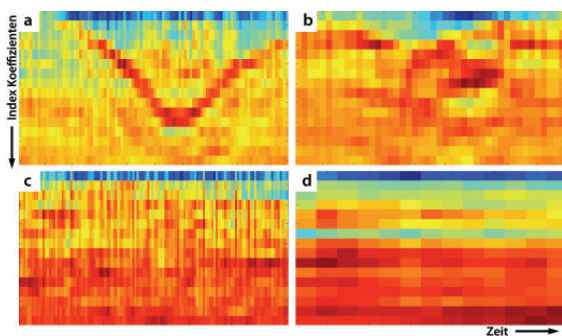


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

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.

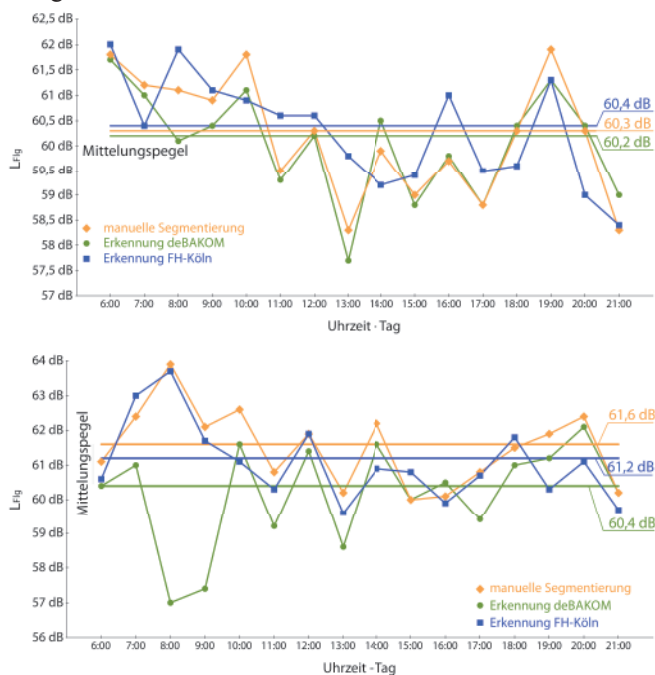


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

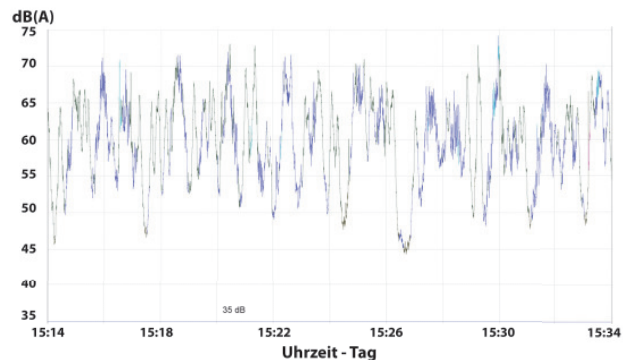
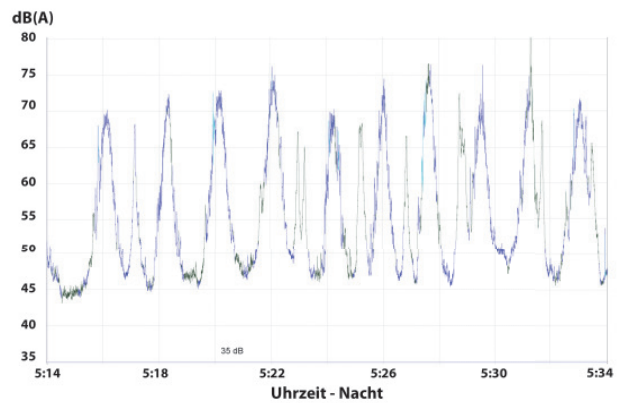


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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