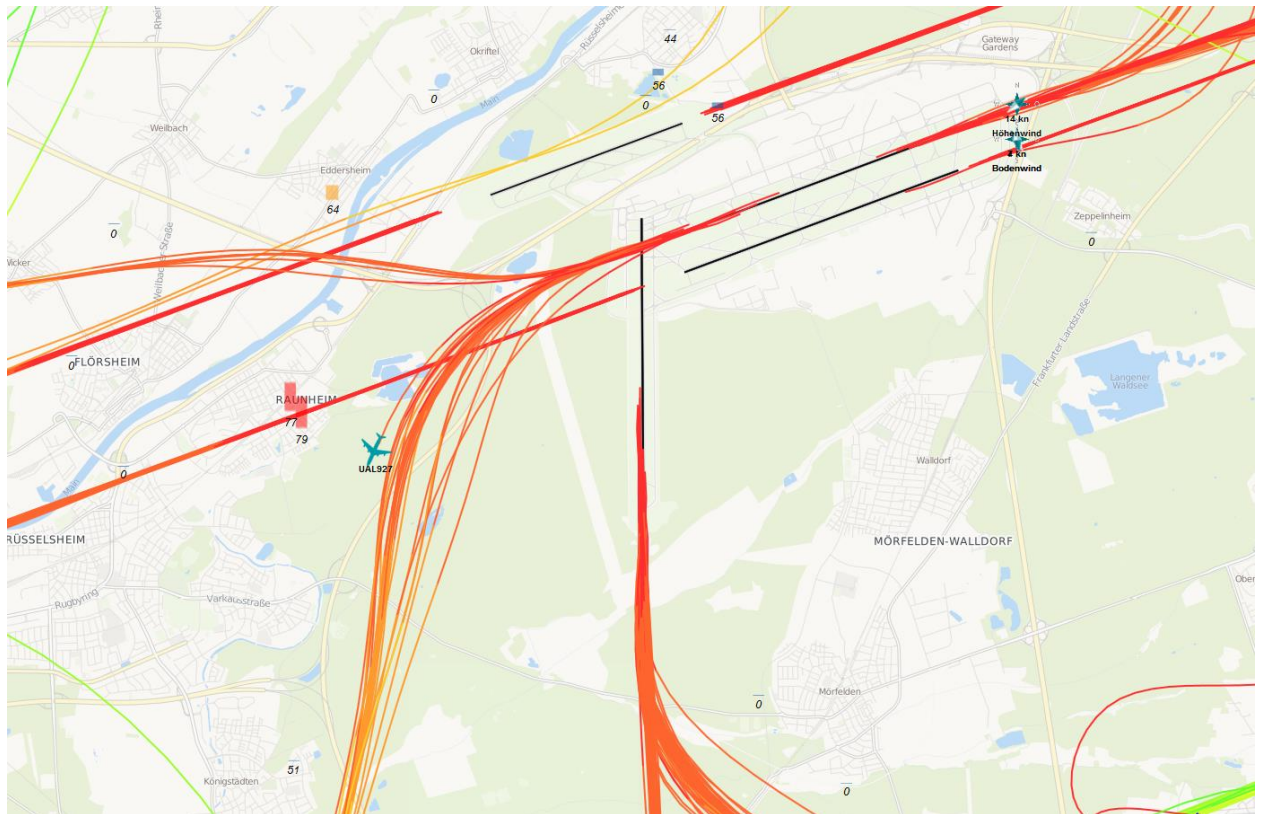


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-111 in Raunheim

Berichtszeitraum: Januar 2023 – März 2023 | Stand 22.11.2023



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 2023	22

Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Maps)	5
Abb. 2: BR07 - Beispiel identifizierte Anflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps) ..	7
Abb. 3: BR07 - Beispiel identifizierte Anflüge im März 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 4: BR25 (SU) - Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 5: BR25 (SU) - Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps) ..	9
Abb. 6: BR25 (NW) - Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 7: BR25 (NW) - Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, 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).

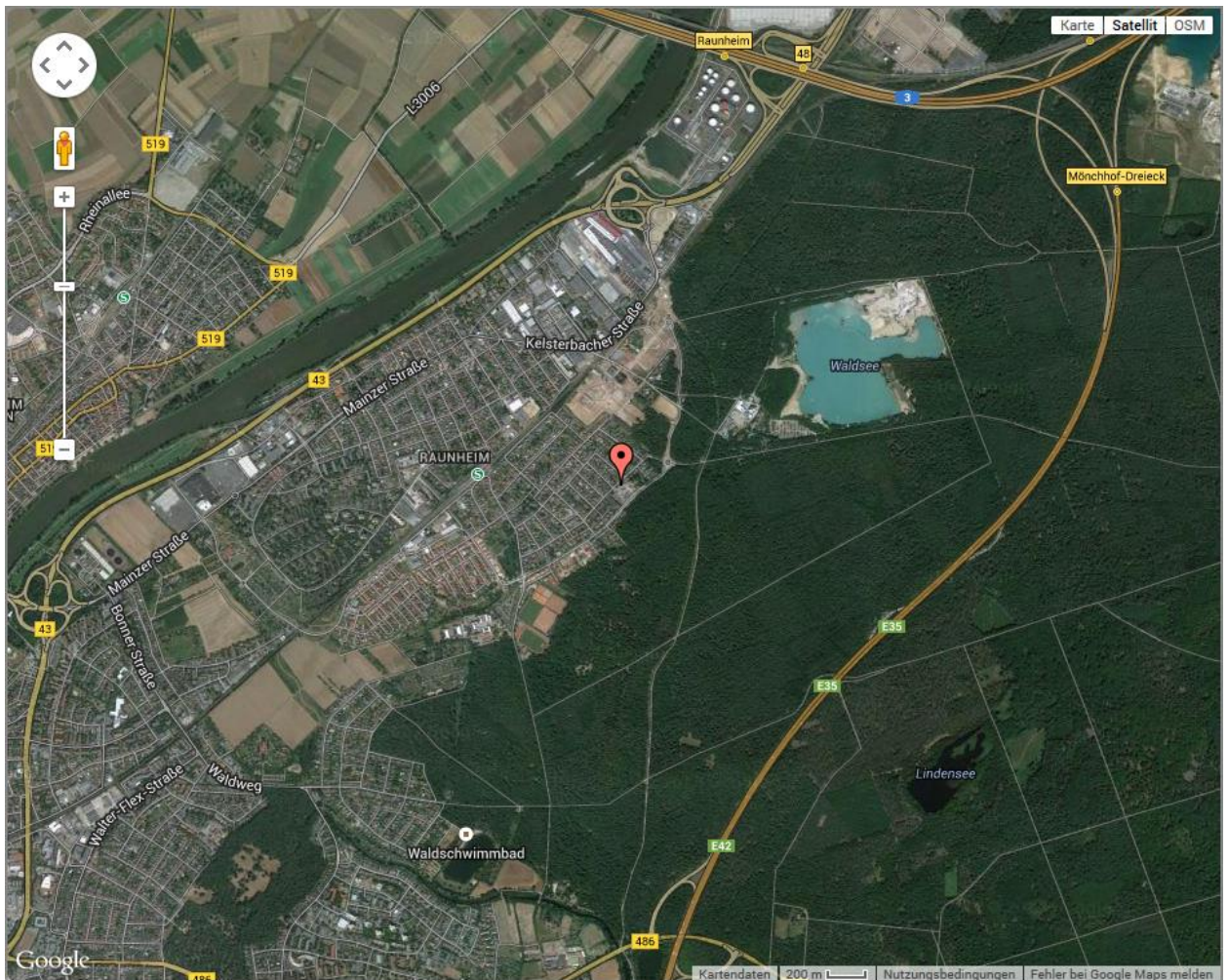


Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Maps)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. Januar 2023 bis zum 31. März 2023.

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)	4870	4671	95,91%
Abflüge (BR25) SU	4968	4368	87,92%
Abflüge (BR25) NW	1196	739	61,79%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ im März 2023 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.

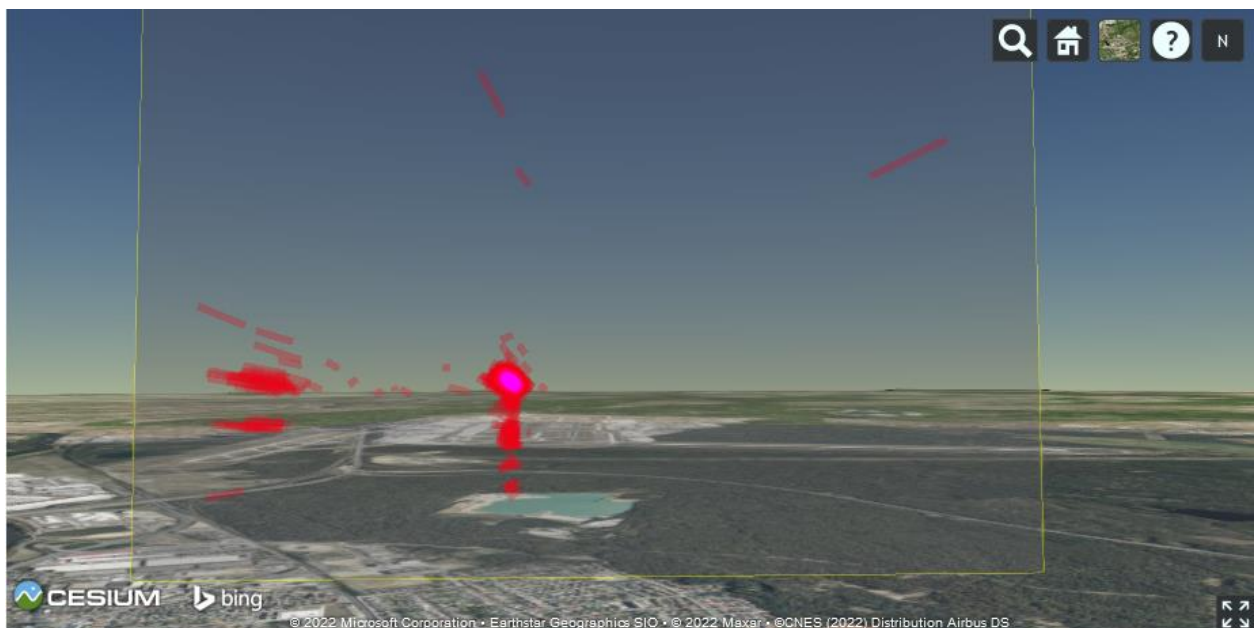


Abb. 2: BR07 - Beispiel identifizierte Anflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 3: BR07 – Beispiel identifizierte Anflüge im März 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

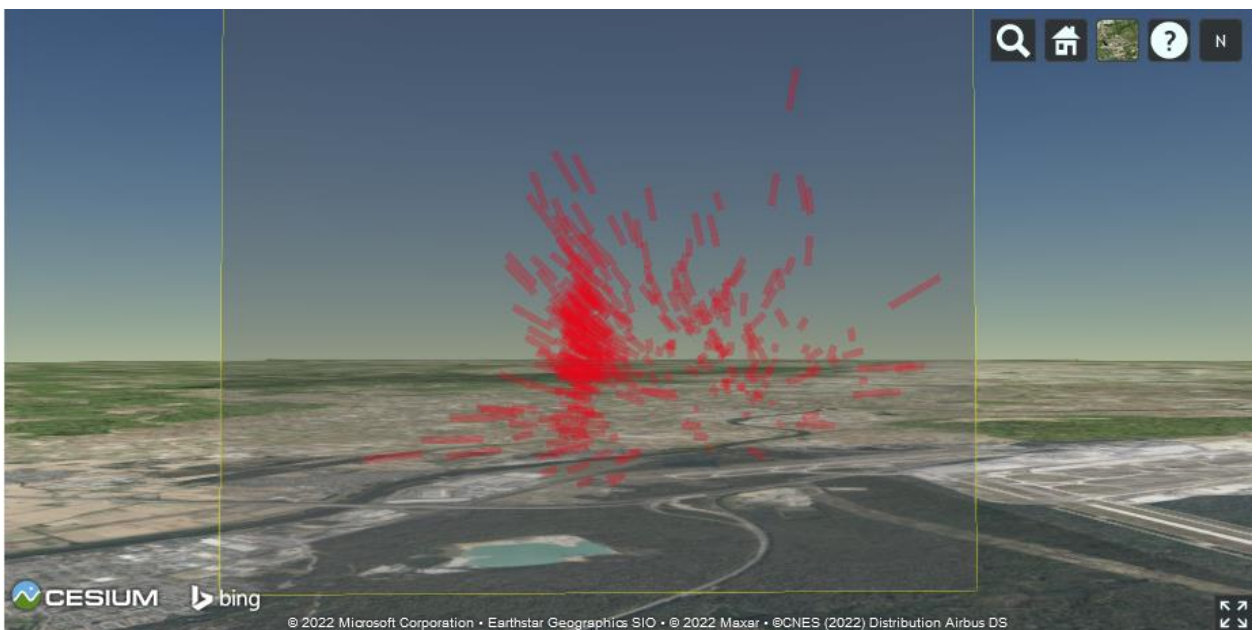


Abb. 4: BR25 (SU) – Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

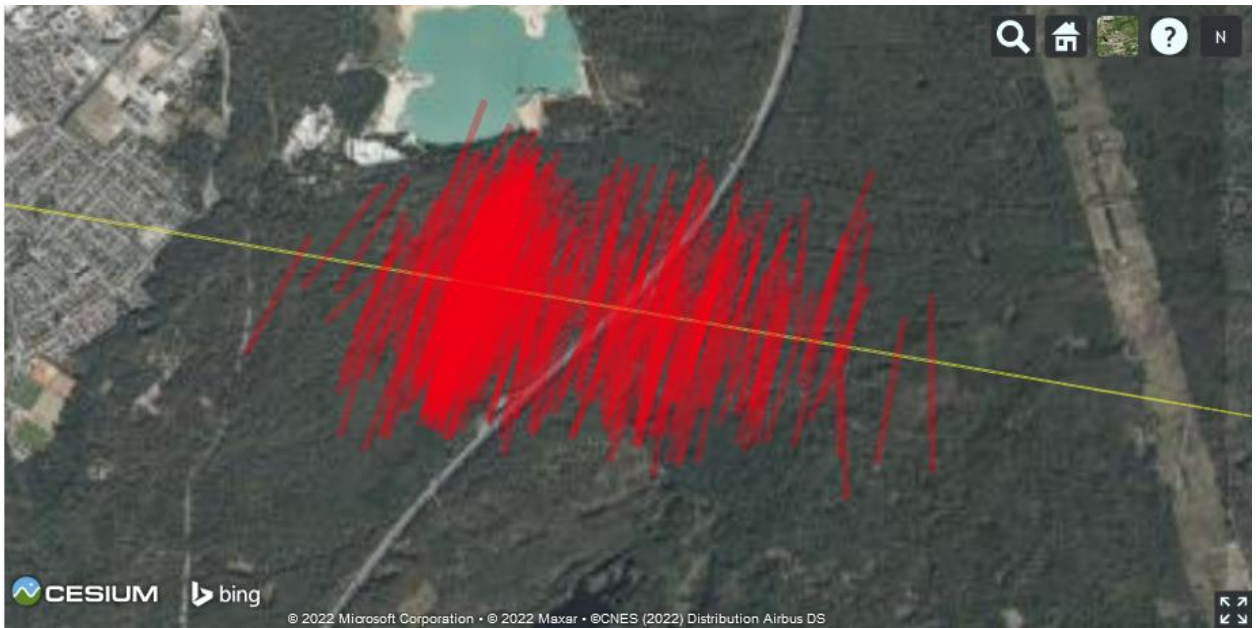


Abb. 5: BR25 (SU) – Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

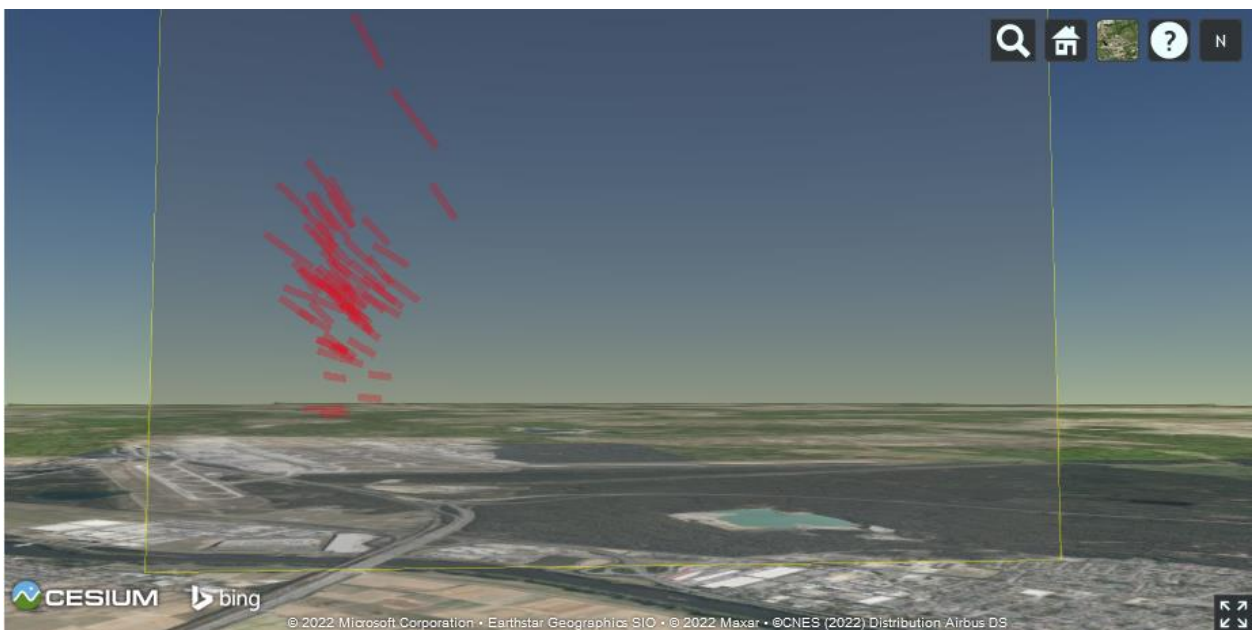


Abb. 6: BR25 (NW) – Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 7: BR25 (NW) – Beispiel identifizierte Abflüge im März 2023, 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
Januar	22,68%	3,13%	47,32%	11,88%	0,27%	14,73%	73,13%	26,87%
Februar	21,25%	2,22%	37,60%	17,94%	0,12%	20,88%	61,07%	38,93%
März	30,40%	3,59%	52,44%	6,09%	0,03%	7,45%	86,44%	13,56%

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

2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
01.01.2023 00:00	01.01.2023 04:59	5 h	Nachbarschaftslärm
01.01.2023 12:00	01.01.2023 15:59	4 h	Windgeschwindigkeit
02.01.2023 12:00	02.01.2023 14:59	3 h	Windgeschwindigkeit
03.01.2023 13:00	03.01.2023 14:05	1,08 h	Technische Störung
04.01.2023 04:00	05.01.2023 15:59	36 h	Windgeschwindigkeit
06.01.2023 09:00	06.01.2023 20:59	12 h	Windgeschwindigkeit
07.01.2023 12:00	07.01.2023 17:59	6 h	Windgeschwindigkeit
08.01.2023 13:00	08.01.2023 17:59	5 h	Windgeschwindigkeit
09.01.2023 06:00	09.01.2023 17:59	12 h	Windgeschwindigkeit

10.01.2023 10:00	11.01.2023 01:59	16 h	Windgeschwindigkeit
11.01.2023 21:00	17.01.2023 04:59	128 h	Windgeschwindigkeit
18.01.2023 12:00	18.01.2023 13:59	2 h	Windgeschwindigkeit
19.01.2023 10:00	19.01.2023 12:59	3 h	Windgeschwindigkeit
20.01.2023 20:00	20.01.2023 20:29	0,5 h	Technische Störung
21.01.2023 14:00	21.01.2023 16:59	3 h	Technische Störung
22.01.2023 02:00	22.01.2023 04:59	3 h	Windgeschwindigkeit
23.01.2023 11:00	24.01.2023 01:59	15 h	Windgeschwindigkeit
27.01.2023 20:00	28.01.2023 13:59	18 h	Windgeschwindigkeit
29.01.2023 06:00	29.01.2023 14:59	9 h	Windgeschwindigkeit
30.01.2023 01:00	30.01.2023 16:59	16 h	Windgeschwindigkeit
31.01.2023 09:00	04.02.2023 00:59	88 h	Windgeschwindigkeit
11.02.2023 22:00	11.02.2023 22:29	0,5 h	Technische Störung
17.02.2023 06:00	19.02.2023 13:59	56 h	Windgeschwindigkeit
20.02.2023 10:00	20.02.2023 16:59	7 h	Windgeschwindigkeit
22.02.2023 22:00	22.02.2023 22:29	0,5 h	Technische Störung
24.02.2023 18:00	24.02.2023 20:59	3 h	Windgeschwindigkeit
25.02.2023 09:00	25.02.2023 19:59	11 h	Windgeschwindigkeit
26.02.2023 07:00	27.02.2023 18:59	36 h	Windgeschwindigkeit
28.02.2023 09:00	28.02.2023 15:59	7 h	Windgeschwindigkeit
01.03.2023 08:30	01.03.2023 18:59	10,5 h	Windgeschwindigkeit
02.03.2023 08:30	02.03.2023 18:59	10,5 h	Windgeschwindigkeit
06.03.2023 14:00	07.03.2023 20:59	31 h	Windgeschwindigkeit
09.03.2023 04:00	11.03.2023 01:59	46 h	Windgeschwindigkeit
13.03.2023 07:00	14.03.2023 18:59	36 h	Windgeschwindigkeit
15.03.2023 09:00	15.03.2023 15:59	7 h	Windgeschwindigkeit
20.03.2023 14:00	20.03.2023 16:59	3 h	Windgeschwindigkeit
22.03.2023 10:00	25.03.2023 23:59	86 h	Windgeschwindigkeit
26.03.2023 12:00	27.03.2023 18:59	31 h	Windgeschwindigkeit
29.03.2023 13:00	29.03.2023 15:59	3 h	Windgeschwindigkeit
30.03.2023 11:00	30.03.2023 15:59	5 h	Windgeschwindigkeit
30.03.2023 22:00	30.03.2023 23:09	1,17 h	Technische Störung
31.03.2023 11:00	31.03.2023 23:59	13 h	Windgeschwindigkeit

2.4 Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

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 BR07	Januar	Februar	März
Mittelwert	1321	1271	1299
Standardfehler des Mittelwerts	2	5	3
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1317	1263
	Obergrenze	1326	1280
5% getrimmtes Mittel	1340	1300	1308
Median	1348	1337	1329
Varianz	11419	42052	8418
Standardabweichung	107	205	92
Minimum	680	542	993
Maximum	1437	1767	1551
Spannweite	757	1225	558
Interquartilbereich	32	41	38
Schiefe	-3,30	-2,52	-1,88
Kurtosis	10,43	4,62	2,47
Anzahl Ereignisse:	1829	2053	789

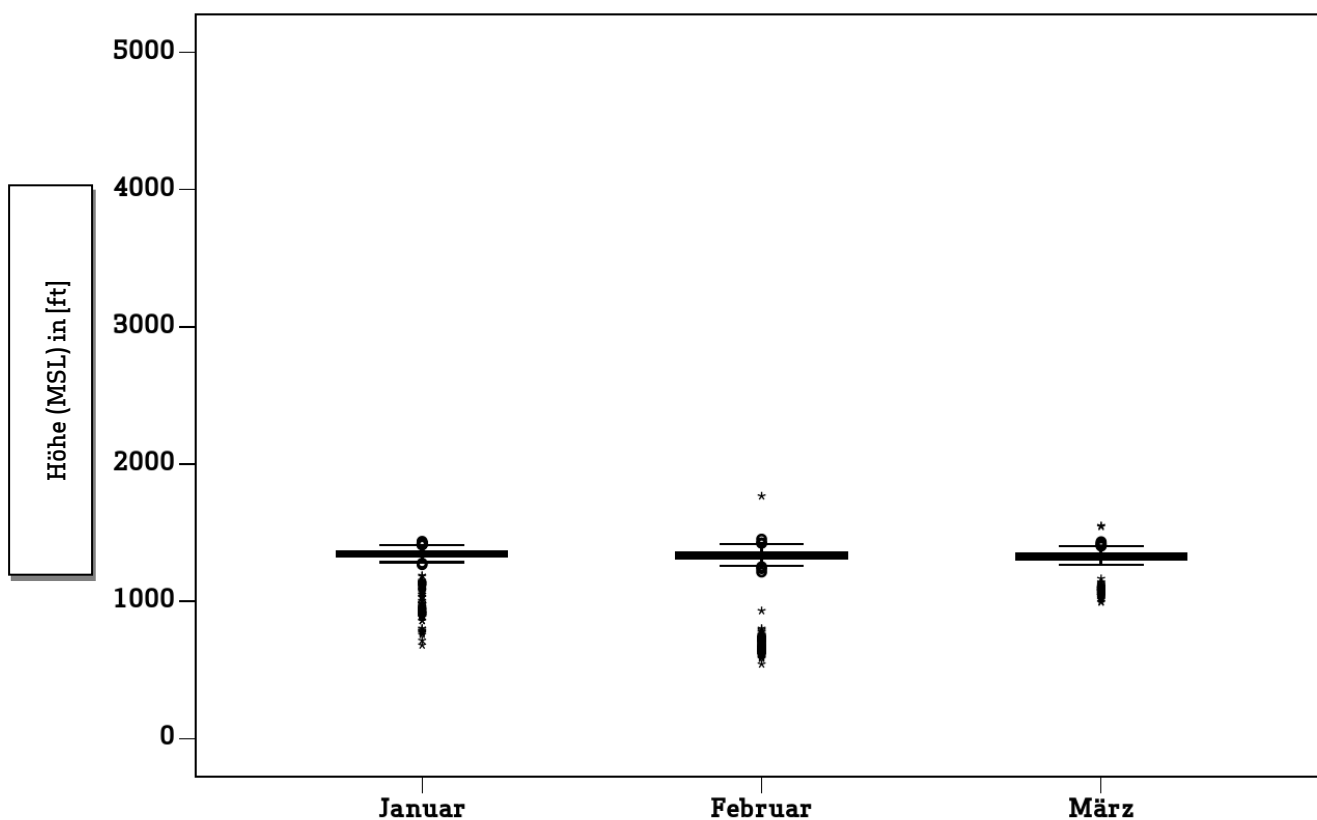


Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

2.5 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25		Januar	Februar	März
Mittelwert		3404	3098	3145
Standardfehler des Mittelwerts		20	16	16
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	3366	3066	3115
	Obergrenze	3443	3129	3176
5% getrimmtes Mittel		3405	3099	3134
Median		3386	3080	3132
Varianz		474602	351093	439590
Standardabweichung		689	593	663
Minimum		1264	1328	1306
Maximum		5743	6011	6173
Spannweite		4479	4683	4867
Interquartilbereich		836	690	739
Schiefe		-0,01	0,07	0,42
Kurtosis		0,27	0,91	1,43
Anzahl Ereignisse:		1226	1364	1778

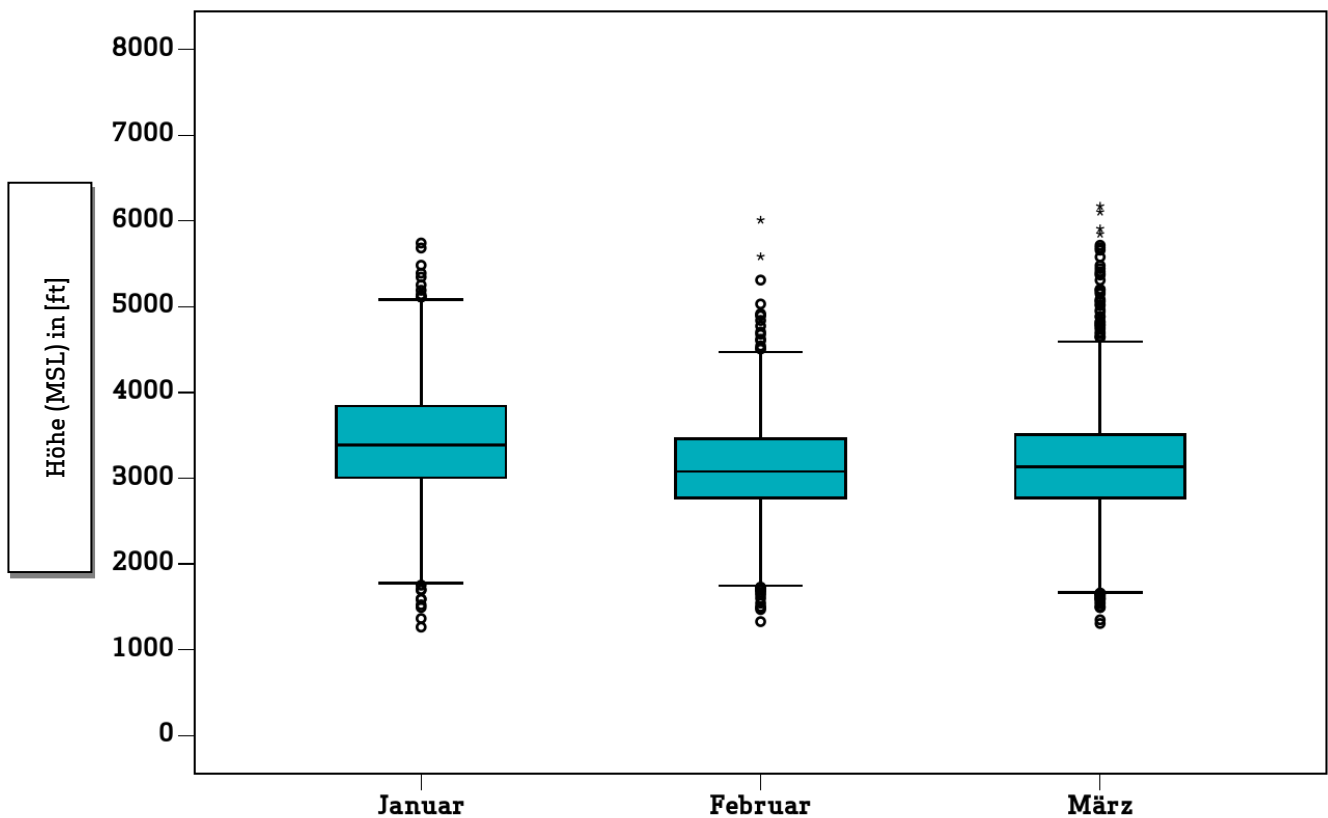


Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

2.6 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25	Januar	Februar	März
Mittelwert	2763	2748	2687
Standardfehler des Mittelwerts	42	44	29
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2680	2630
	Obergrenze	2846	2744
5% getrimmtes Mittel	2757	2713	2655
Median	2726	2652	2631
Varianz	306436	337835	331177
Standardabweichung	554	581	575
Minimum	1351	1487	1673
Maximum	4197	4848	4852
Spannweite	2846	3361	3179
Interquartilbereich	883	750	847
Schiefe	0,19	0,93	0,75
Kurtosis	-0,44	1,76	0,68
Anzahl Ereignisse:	173	172	394

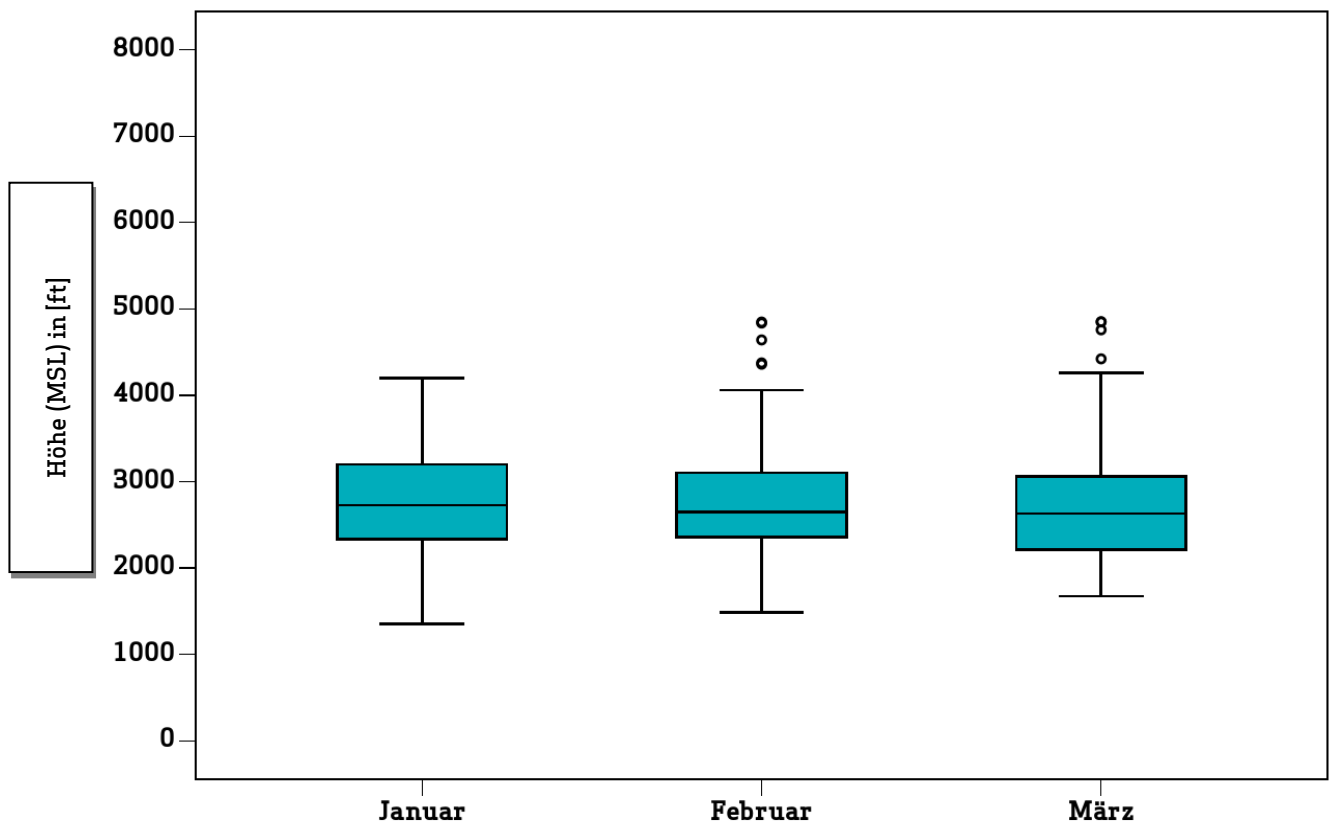


Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

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
Januar	2972	256	3228
Februar	3284	305	3589
März	2694	267	2961

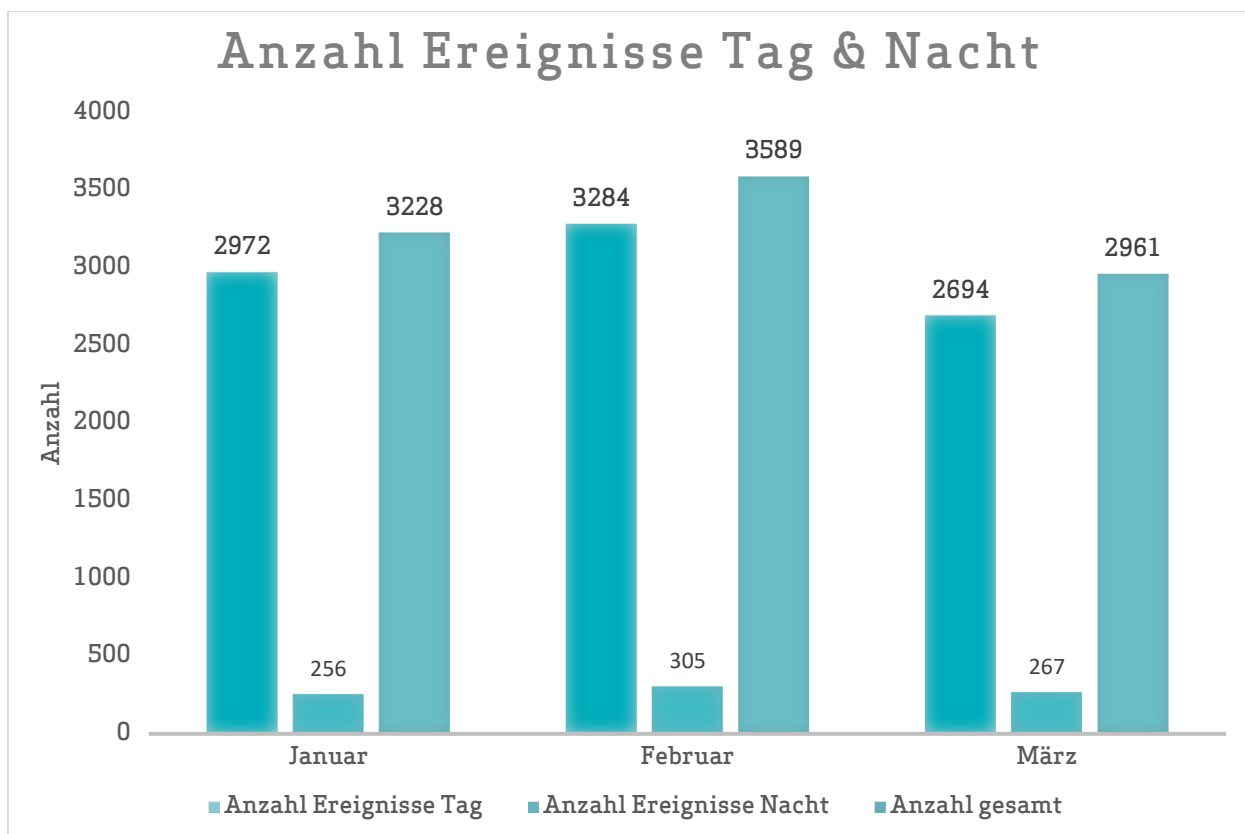


Abb. 11: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

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)
Januar	30	374	801	802	853	111	1
Februar	32	340	950	1079	781	102	0
März	27	420	1311	585	313	38	0

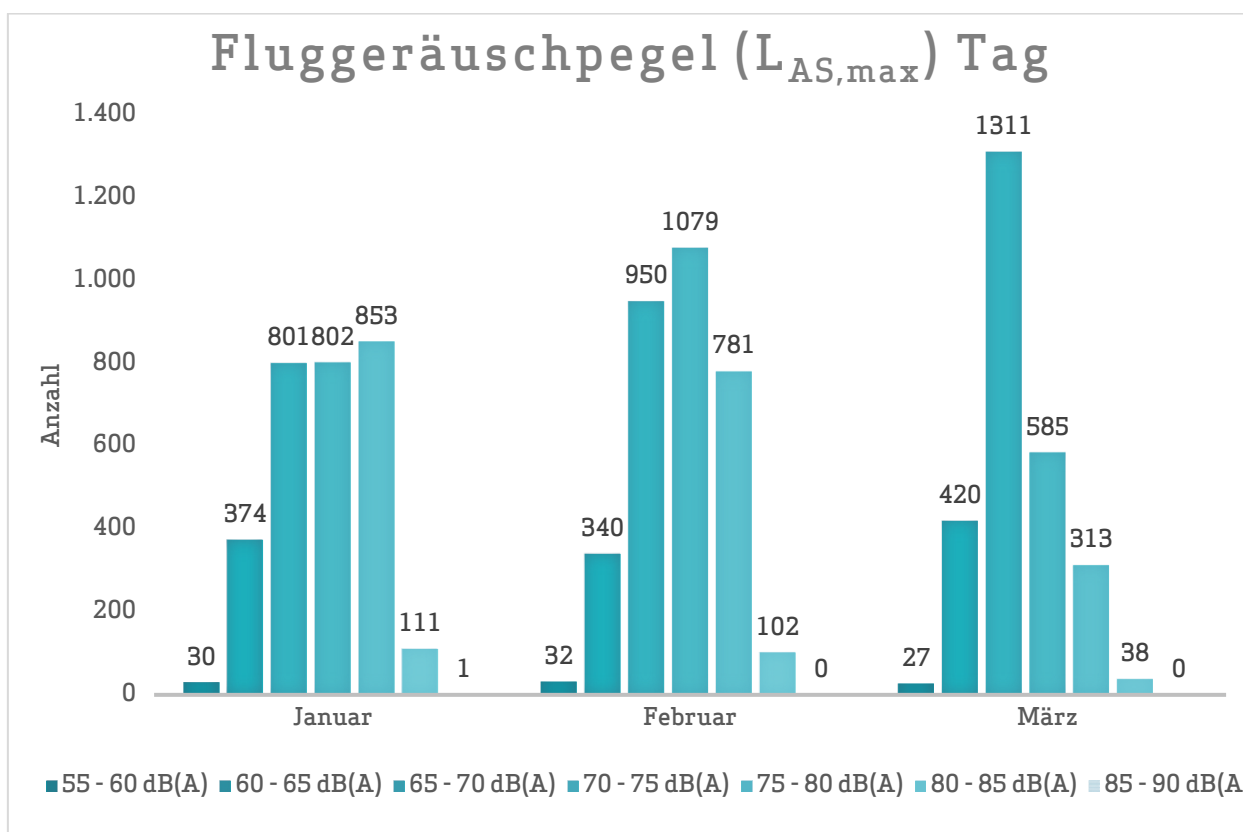


Abb. 12: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
Januar	1	34	86	34	85	16
Februar	4	25	57	83	114	22
März	1	58	110	35	54	9

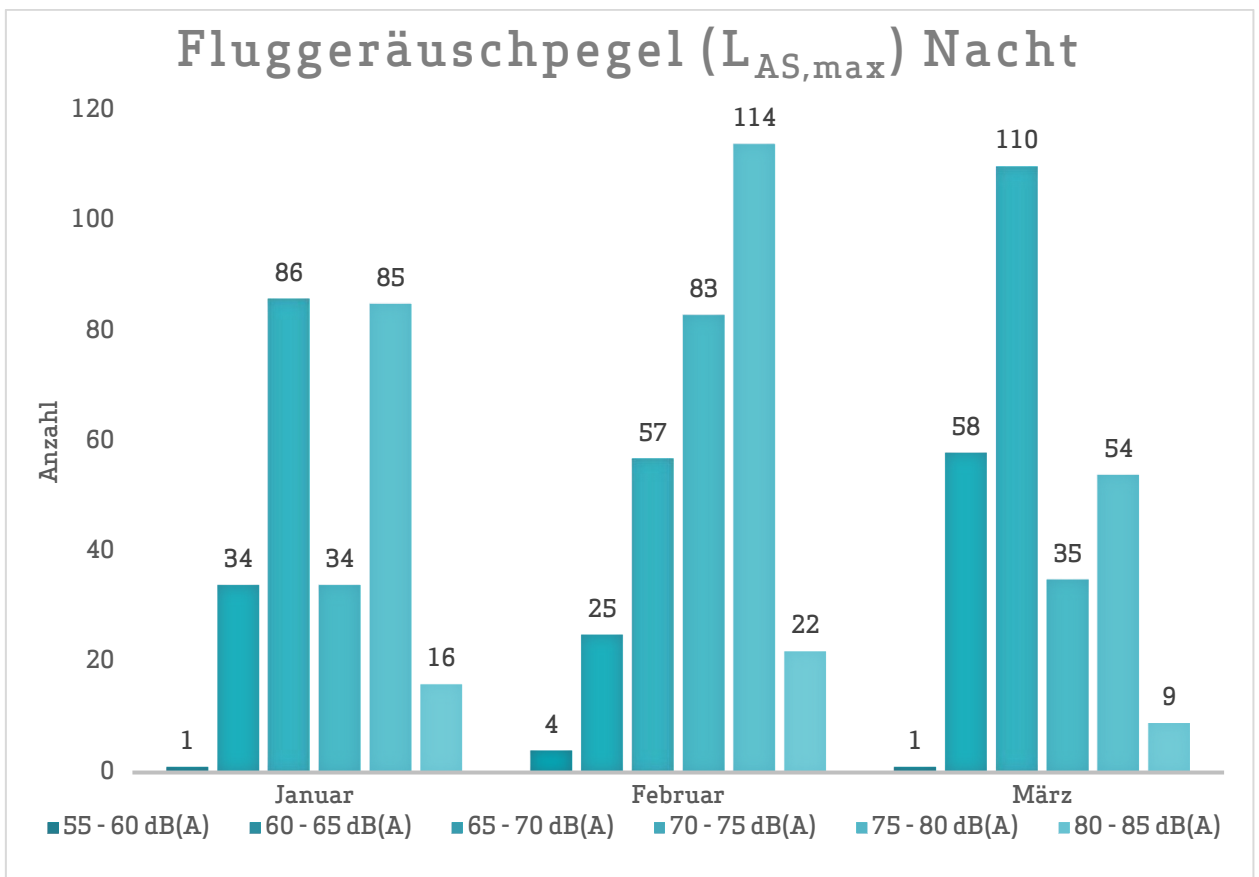


Abb. 13: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	$L_{DIN,T}$	$L_{DIN,N}$	NAT68*	NAT72*	$L_{eq,T}$	$L_{eq,N}$	$L_{95,T}$	$L_{95,N}$
Januar	59,2	51,5	167	129	59,3	63,1	46,2	41,3
Februar	58,7	52,3	238	209	59,5	53,0	45,7	41,0
März	56,4	49,5	136	89	58,1	50,9	46,0	41,2

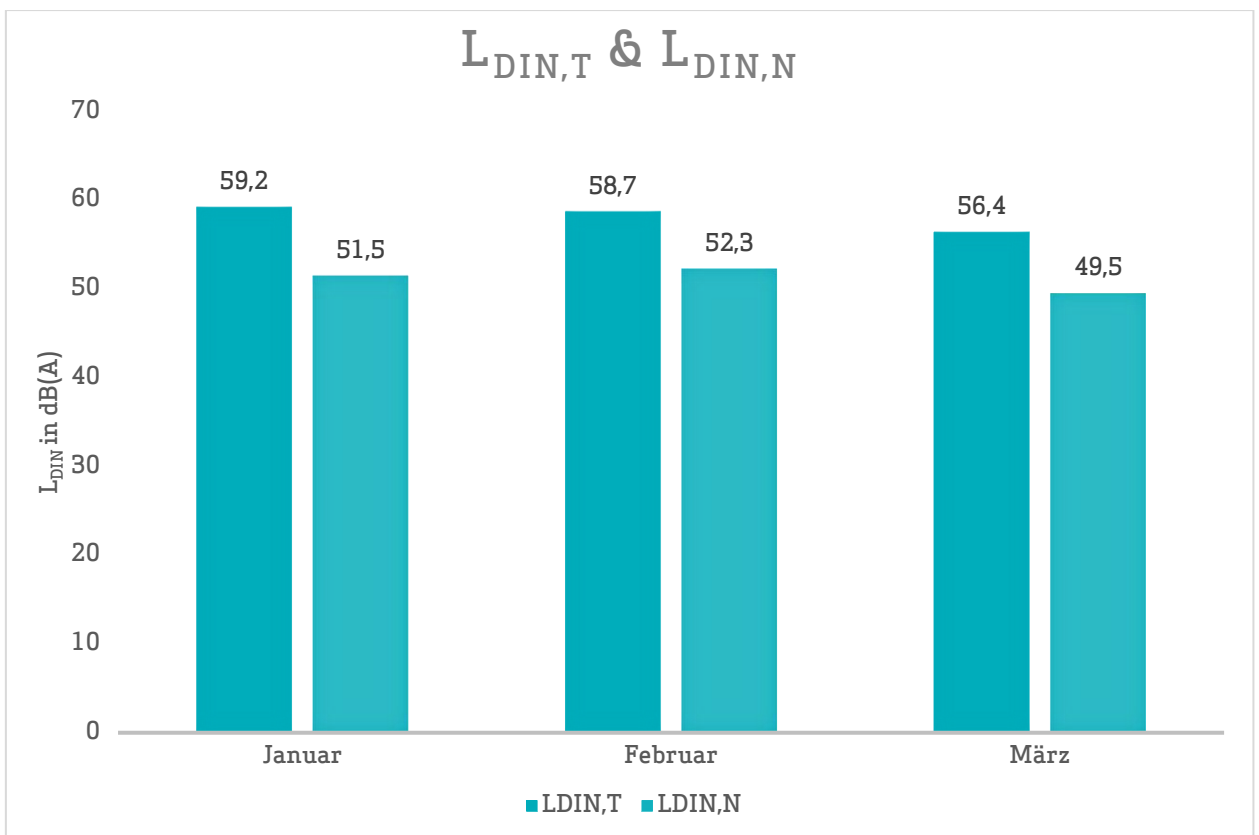


Abb. 14: L_{DIN} Tag und Nacht

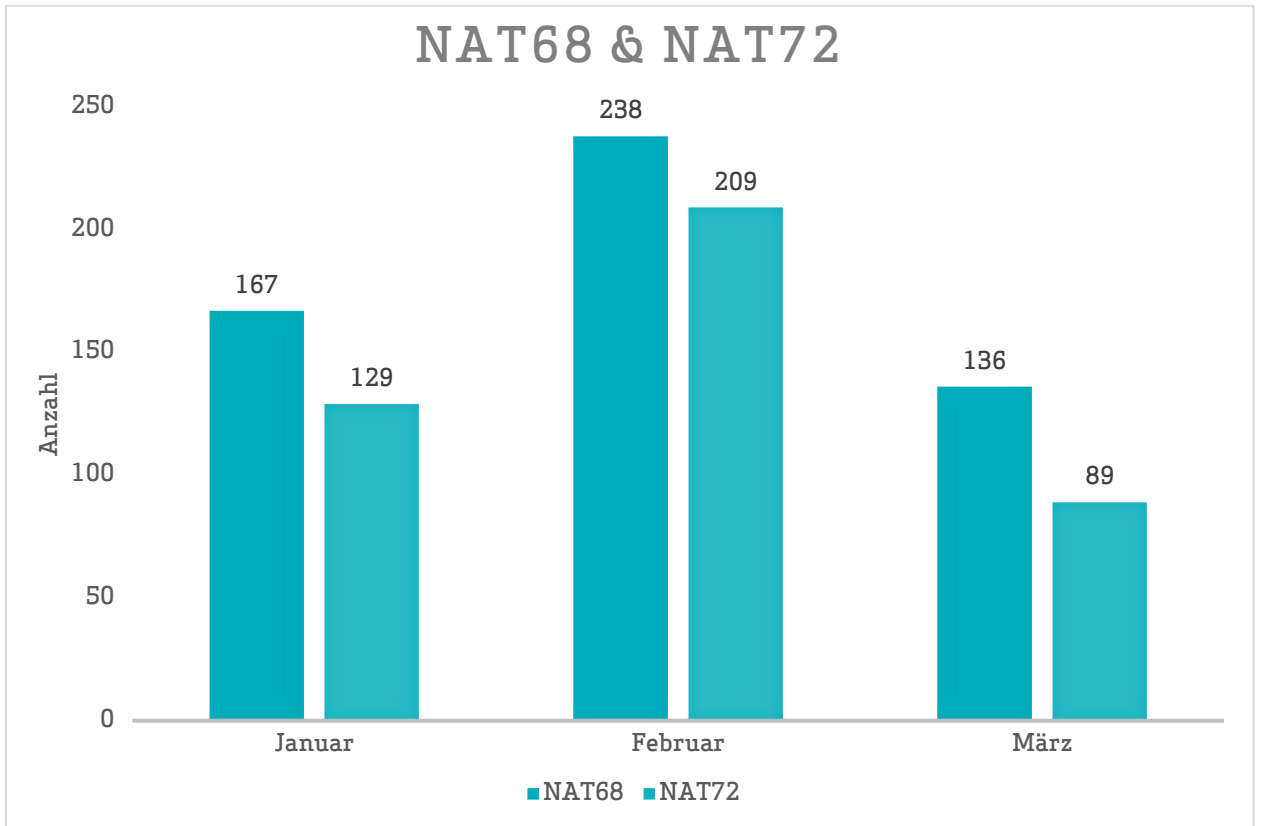


Abb. 15: NAT68 und NAT72

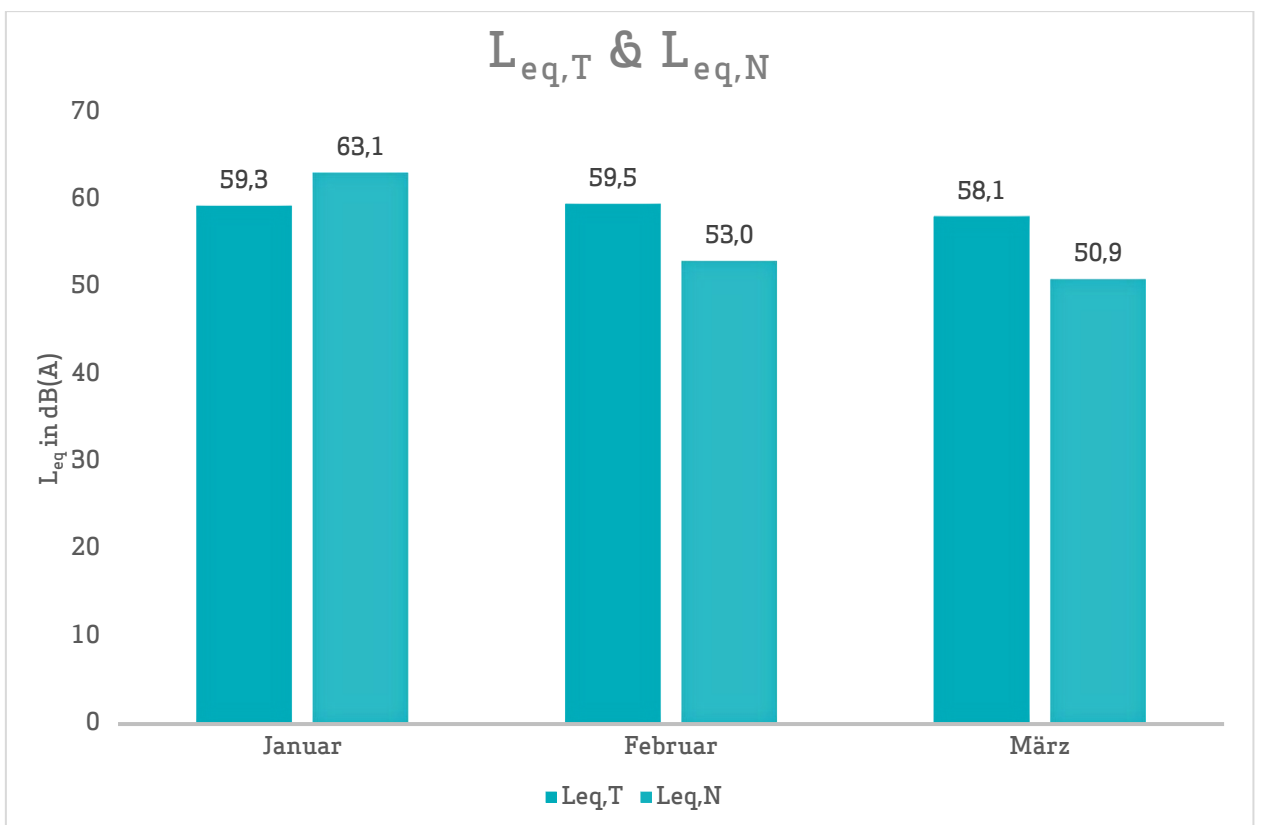


Abb. 16: L_{eq} Tag und Nacht

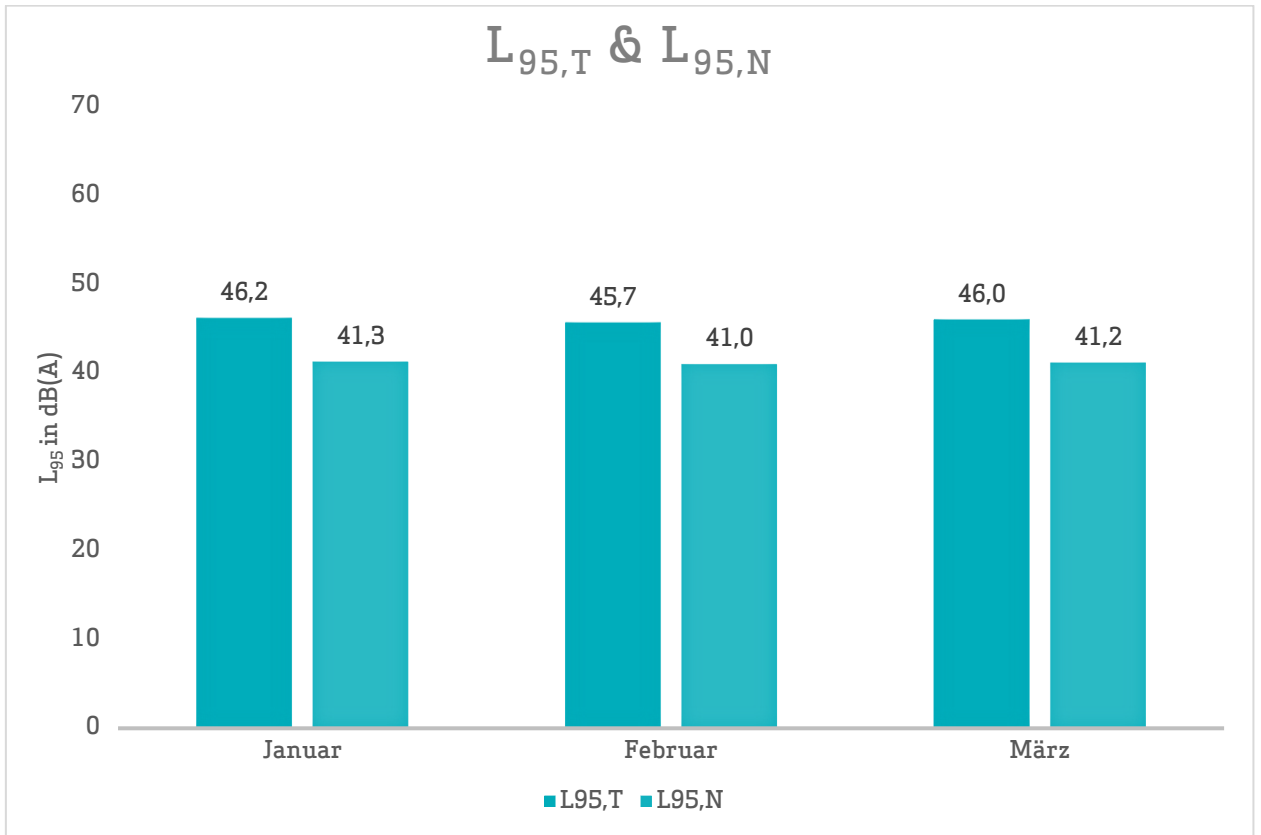


Abb. 17: L₉₅ Tag und Nacht

4.3 Jahresübersicht 2023

in dB(A)	L _{DIN,T}	L _{DIN,N}	NAT68*	NAT72*	L _{eq,T}	L _{eq,N}	L _{95,T}	L _{95,N}
Januar	59,2	51,5	167	129	59,3	63,1	46,2	41,3
Februar	58,7	52,3	238	209	59,5	53,0	45,7	41,0
März	56,4	49,5	136	89	58,1	50,9	46,0	41,2
April								
Mai								
Juni								
Juli								
August								
September								
Oktober								
November								
Dezember								

* 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.

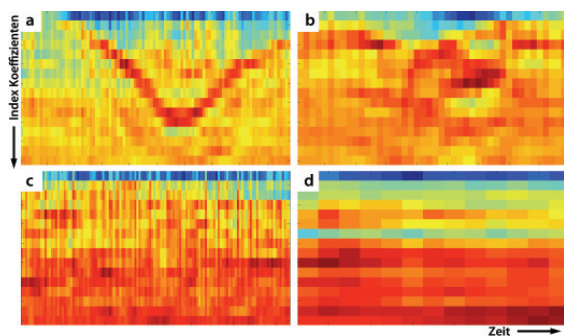


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

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.

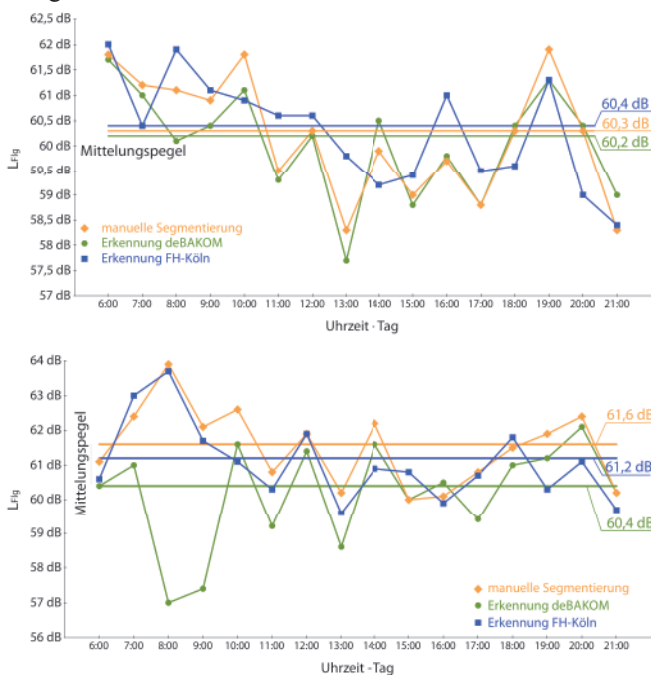


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

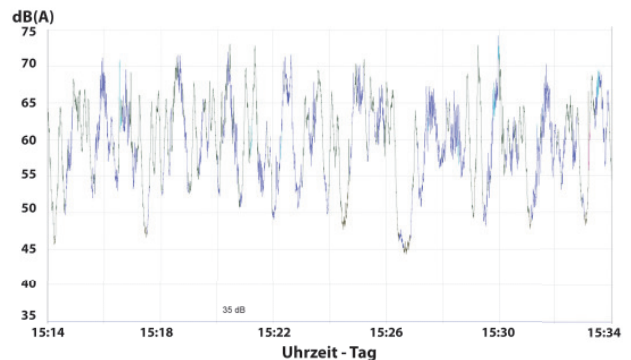
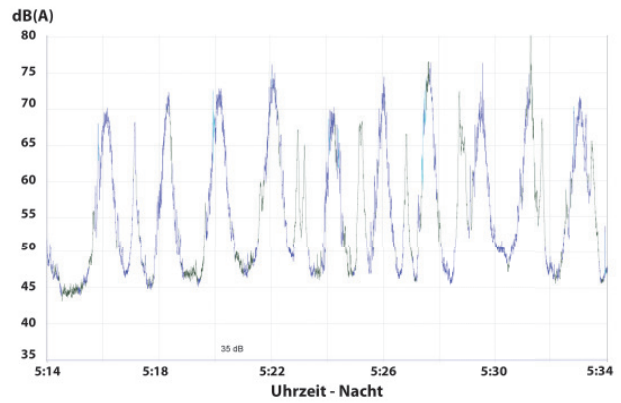


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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