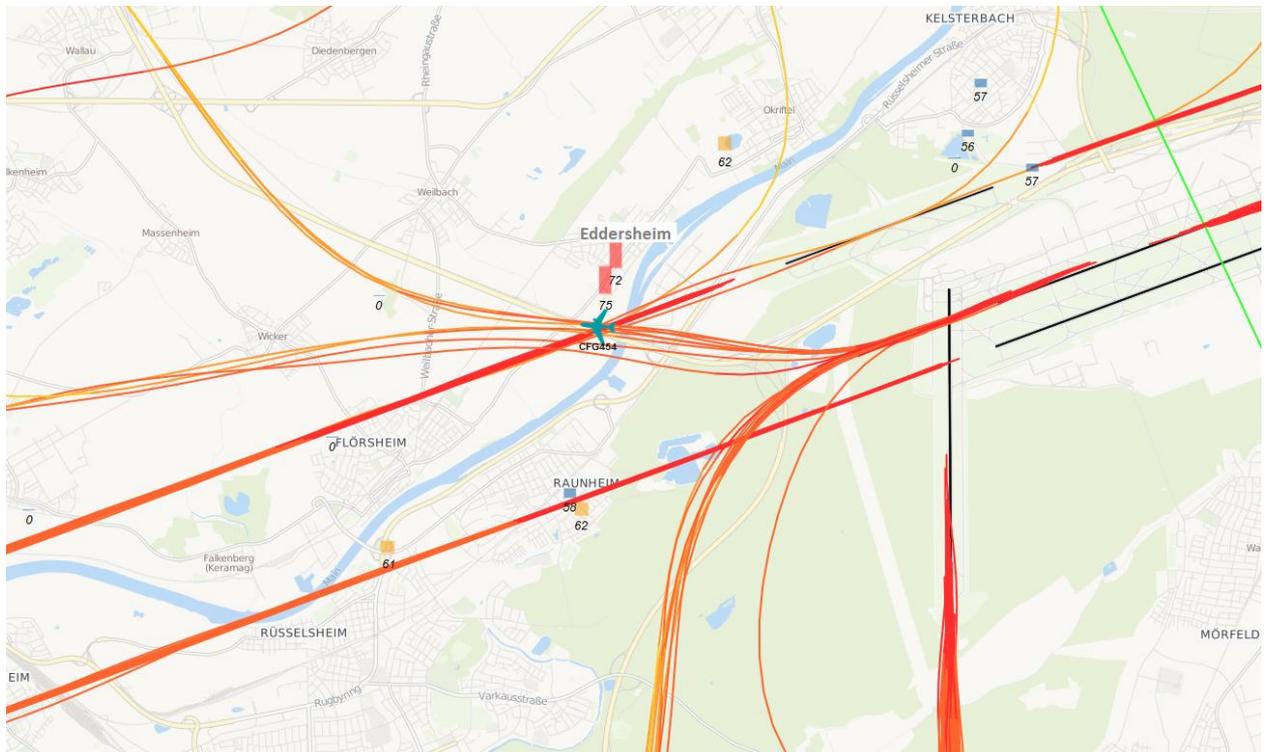


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-273 in Eddersheim-Hattersheim

Berichtszeitraum: September 2019 – Januar 2020 | Stand 08.05.2020



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	9
2.3	Ausfallzeiten	9
2.4	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25	11
2.5	Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07	12
3	Fluggeräuschereignisse	15
4	Fluggeräuschpegel	16
4.1	Maximalpegelverteilung	16
4.2	Leq- und NAT-Auswertung	18

Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der mobilen Messstation MP-273 (Quelle: Google Maps).....	5
Abb. 2: BR25 - Identifizierte Abflüge im Januar 2020, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	7
Abb. 3: BR25 - Identifizierte Abflüge im Januar 2020, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 4: BR07 - Identifizierte Anflüge im Januar 2020, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 5: BR07 - Identifizierte Anflüge im Januar 2020, Draufsicht (Quelle: Bing Maps).....	9
Abb. 6: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25	12
Abb. 7: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07	13
Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07 im Bereich von 500 ft bis 1000 ft.....	13
Abb. 9: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)	15
Abb. 10: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)	16
Abb. 11: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)	17
Abb. 12: L_{DIN} Tag und Nacht	18
Abb. 13: NAT68 und NAT72	19
Abb. 14: L_{eq} Tag und Nacht	19
Abb. 15: L_{95} Tag und Nacht	20

1 Einführung

1.1 Messsystem deBAKOM

Wesentliche Komponenten des Messsystems sind eine wetterfeste und beheizte Mikrofoneinheit (Klasse 1 Mikrofon) 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 mobile Messstation auf dem Gelände des Kleingartenvereins Hattersheim-Eddersheim in Eddersheim wurde am 26. August 2019 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-273) lauten: 32 U 461910; 5542598 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 10 m über Grund.

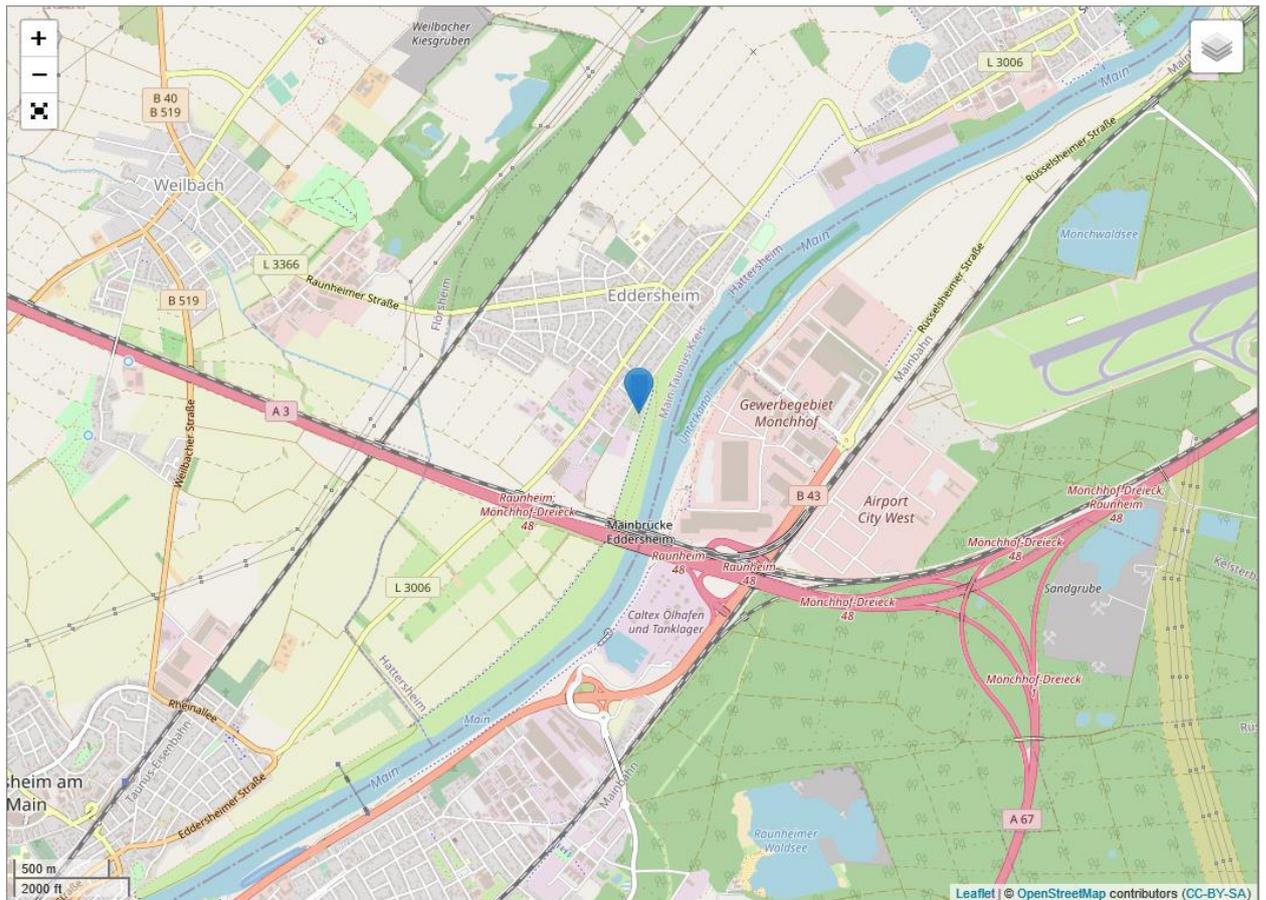


Abb. 1: Standort der mobilen Messstation MP-273 (Quelle: Google Maps)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. September 2019 bis zum 21. Januar 2020.

Auswertung der Überflüge über Eddersheim



2 Überflughöhen

2.1 Auswertungsmethode und Erfassungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-273 haben folgende Ausdehnungsmaße:

- **Abflüge (BR25):** Breite jeweils 1852 m (1 NM) links und rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tors beträgt 275°.

- **Anflüge (BR07):** Breite jeweils 1852 m (1 NM) links und rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tors beträgt 70°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der erfassten Fluggeräuscheignisse	Prozentualer Anteil der erfassten Fluggeräuscheignisse
Abflüge (BR25)	5478	5271	96,22%
Anflüge (BR07)	11124	10475	94,17%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ im Januar 2020 für BR25 und BR07 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.

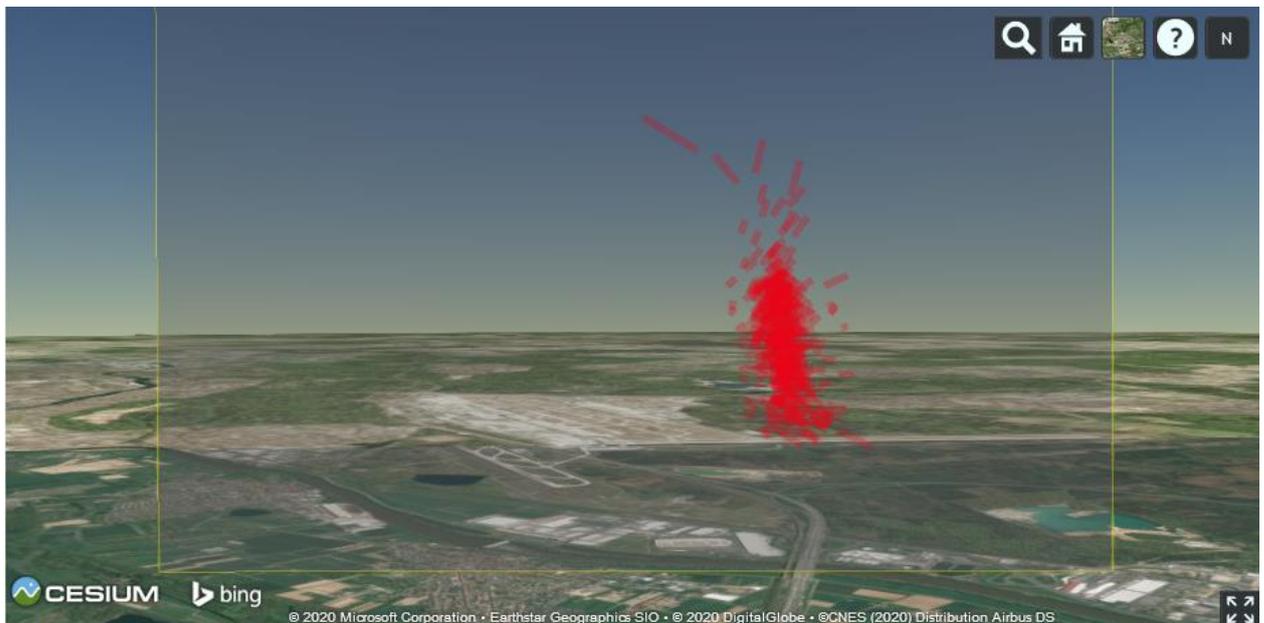


Abb. 2: BR25 - Identifizierte Abflüge im Januar 2020, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 3: BR25 - Identifizierte Abflüge im Januar 2020, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 4: BR07 - Identifizierte Anflüge im Januar 2020, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

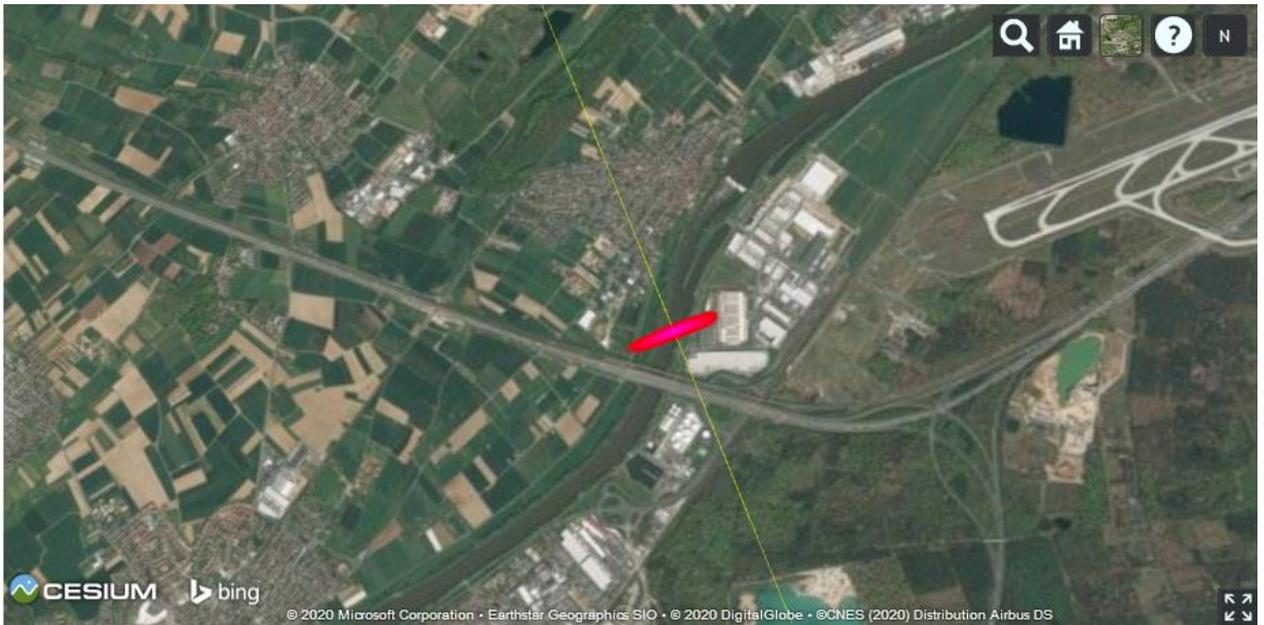


Abb. 5: BR07 - Identifizierte Anflüge im Januar 2020, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

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
September	34,15%	9,06%	33,51%	11,49%	0,03%	11,75%	76,72%	23,28%
Oktober	31,25%	9,02%	33,12%	13,20%	0,09%	13,33%	73,39%	26,61%
November	28,82%	8,83%	32,39%	14,31%	0,04%	15,62%	70,03%	29,97%
Dezember	30,92%	12,16%	34,84%	9,69%	0,10%	12,29%	77,92%	22,08%
Januar	33,91%	11,49%	39,17%	7,16%	0,03%	8,24%	84,57%	15,43%

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

2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
23.09.2019 10:00	27.09.2019 13:59	100 h	Wartungs- und Zertifizierungsarbeiten
28.09.2019 11:00	28.09.2019 16:59	6 h	Windgeschwindigkeit
30.09.2019 00:00	30.09.2019 13:59	14 h	Windgeschwindigkeit
02.10.2019 06:00	02.10.2019 06:59	1 h	Stromausfall
03.10.2019 12:00	03.10.2019 12:29	0,5 h	Stromausfall
03.10.2019 17:00	03.10.2019 23:59	7 h	Softwarefehler

04.10.2019 13:00	04.10.2019 13:59	1 h	Windgeschwindigkeit
06.10.2019 08:00	06.10.2019 08:09	0,17 h	Wartungsarbeiten
08.10.2019 06:00	08.10.2019 06:59	1 h	Stromausfall
11.10.2019 13:00	11.10.2019 13:59	1 h	Windgeschwindigkeit
12.10.2019 14:00	12.10.2019 14:59	1 h	Windgeschwindigkeit
13.10.2019 13:00	13.10.2019 13:19	0,33 h	Stromausfall
17.10.2019 16:00	17.10.2019 16:39	0,67 h	Stromausfall
18.10.2019 14:00	18.10.2019 17:59	4 h	Windgeschwindigkeit
20.10.2019 13:00	20.10.2019 13:29	0,5 h	Stromausfall
01.11.2019 00:00	01.11.2019 23:59	24 h	Softwarefehler
05.11.2019 14:00	05.11.2019 14:59	1 h	Stromausfall
06.11.2019 06:00	06.11.2019 06:44	0,75 h	Stromausfall
07.11.2019 14:00	07.11.2019 16:59	3 h	Windgeschwindigkeit
12.11.2019 11:00	12.11.2019 15:59	5 h	Windgeschwindigkeit
13.11.2019 23:00	13.11.2019 23:59	1 h	Stromausfall
15.11.2019 09:00	15.11.2019 09:59	1 h	Stromausfall
18.11.2019 13:00	18.11.2019 13:29	0,5 h	Stromausfall
18.11.2019 18:00	18.11.2019 19:59	2 h	Windgeschwindigkeit
22.11.2019 01:00	22.11.2019 01:59	1 h	Stromausfall
22.11.2019 14:00	22.11.2019 14:14	0,25 h	Stromausfall
22.11.2019 20:00	22.11.2019 21:59	2 h	Windgeschwindigkeit
23.11.2019 10:00	23.11.2019 12:59	3 h	Windgeschwindigkeit
26.11.2019 21:00	26.11.2019 21:49	0,83 h	Stromausfall
27.11.2019 13:00	27.11.2019 20:59	8 h	Windgeschwindigkeit
28.11.2019 09:00	28.11.2019 16:59	8 h	Windgeschwindigkeit
01.12.2019 11:00	01.12.2019 14:59	4 h	Windgeschwindigkeit
08.12.2019 05:00	08.12.2019 05:59	1 h	Windgeschwindigkeit
08.12.2019 10:00	08.12.2019 17:59	8 h	Windgeschwindigkeit
09.12.2019 00:00	09.12.2019 09:59	10 h	Windgeschwindigkeit
10.12.2019 14:00	10.12.2019 14:29	0,5 h	Stromausfall
12.12.2019 11:00	12.12.2019 11:29	0,5 h	Stromausfall
13.12.2019 15:00	13.12.2019 15:14	0,25 h	Stromausfall
13.12.2019 18:00	13.12.2019 21:59	4 h	Windgeschwindigkeit
14.12.2019 04:00	14.12.2019 19:59	16 h	Windgeschwindigkeit
18.12.2019 08:00	18.12.2019 08:59	1 h	Stromausfall
19.12.2019 19:00	19.12.2019 19:59	1 h	Stromausfall
22.12.2019 14:00	22.12.2019 20:59	7 h	Windgeschwindigkeit
23.12.2019 00:00	23.12.2019 00:59	1 h	Stromausfall
24.12.2019 19:00	24.12.2019 23:59	5 h	Windgeschwindigkeit

25.12.2019 09:00	25.12.2019 09:59	1 h	Windgeschwindigkeit
25.12.2019 16:00	25.12.2019 16:19	0,33 h	Stromausfall
31.12.2019 16:00	31.12.2019 23:59	8 h	Nachbarschaftslärm
01.01.2020 11:00	01.01.2020 11:29	0,5 h	Stromausfall
03.01.2020 08:00	03.01.2020 09:59	2 h	Windgeschwindigkeit
03.01.2020 14:00	03.01.2020 14:59	1 h	Windgeschwindigkeit
04.01.2020 00:00	04.01.2020 00:59	1 h	Windgeschwindigkeit
08.01.2020 18:00	08.01.2020 19:59	2 h	Windgeschwindigkeit
09.01.2020 15:00	09.01.2020 15:44	0,75 h	Stromausfall
10.01.2020 11:00	10.01.2020 13:59	3 h	Windgeschwindigkeit
11.01.2020 09:00	11.01.2020 09:09	0,17 h	Stromausfall
14.01.2020 16:00	14.01.2020 16:59	1 h	Windgeschwindigkeit
17.01.2020 14:00	17.01.2020 14:44	0,75 h	Stromausfall

2.4 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25

Bei den Auswertungen der Ab- und Anflughöhen 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 BR25	September	Oktober	November	Dezember	Januar	
Mittelwert	2836	2938	2875	2897	2924	
Standardfehler des Mittelwerts	16	17	19	18	23	
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2805	2904	2838	2862	2879
	Obergrenze	2867	2971	2912	2932	2970
5% getrimmtes Mittel	2824	2921	2860	2886	2910	
Median	2832	2895	2869	2890	2924	
Varianz	286665	368765	304430	300862	359364	
Standardabweichung	535	607	552	549	599	
Minimum	1567	1522	1623	1146	1626	
Maximum	5529	5521	5498	5253	5524	
Spannweite	3962	3999	3875	4107	3898	
Interquartilbereich	634	769	682	731	845	
Schiefe	0,44	0,44	0,48	0,34	0,42	
Kurtosis	1,11	0,46	1,25	0,85	0,77	
Anzahl Ereignisse:	1152	1285	854	943	676	

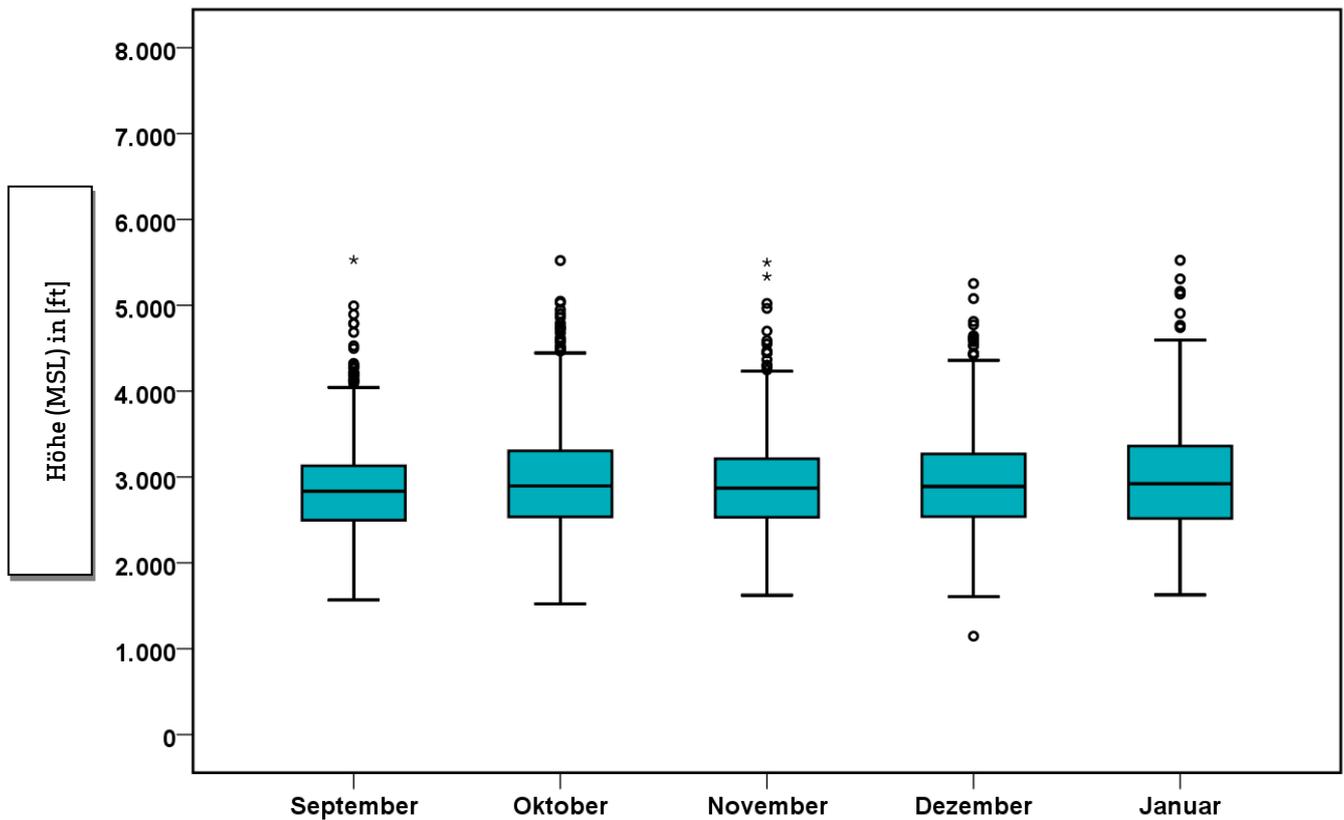


Abb. 6: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25

2.5 Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

Höhe (MSL) in [ft] bei BR07	September	Oktober	November	Dezember	Januar	
Mittelwert	709	719	710	716	727	
Standardfehler des Mittelwerts	2	3	2	2	3	
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	705	712	706	713	721
	Obergrenze	713	725	713	720	734
5% getrimmtes Mittel	705	708	708	714	724	
Median	705	708	707	713	723	
Varianz	11424	31844	7883	5151	8402	
Standardabweichung	107	178	89	72	92	
Minimum	589	606	606	611	651	
Maximum	4376	4558	4796	3167	3042	
Spannweite	3787	3952	4190	2556	2391	
Interquartilbereich	35	36	39	45	40	
Schiefe	27,04	16,54	41,66	25,53	22,86	
Kurtosis	822,75	294,23	1917,50	840,02	577,71	
Anzahl Ereignisse:	2498	2760	2343	1658	707	

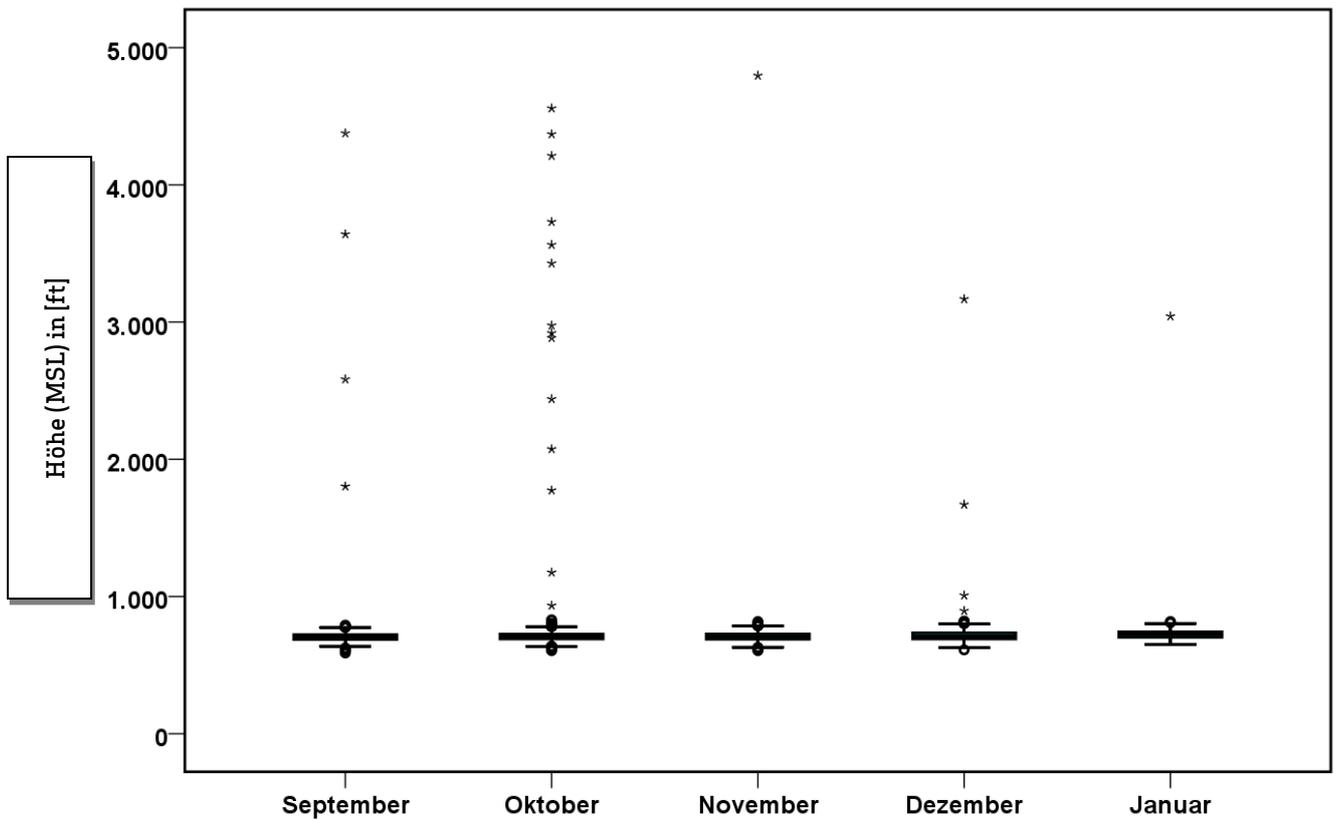


Abb. 7: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

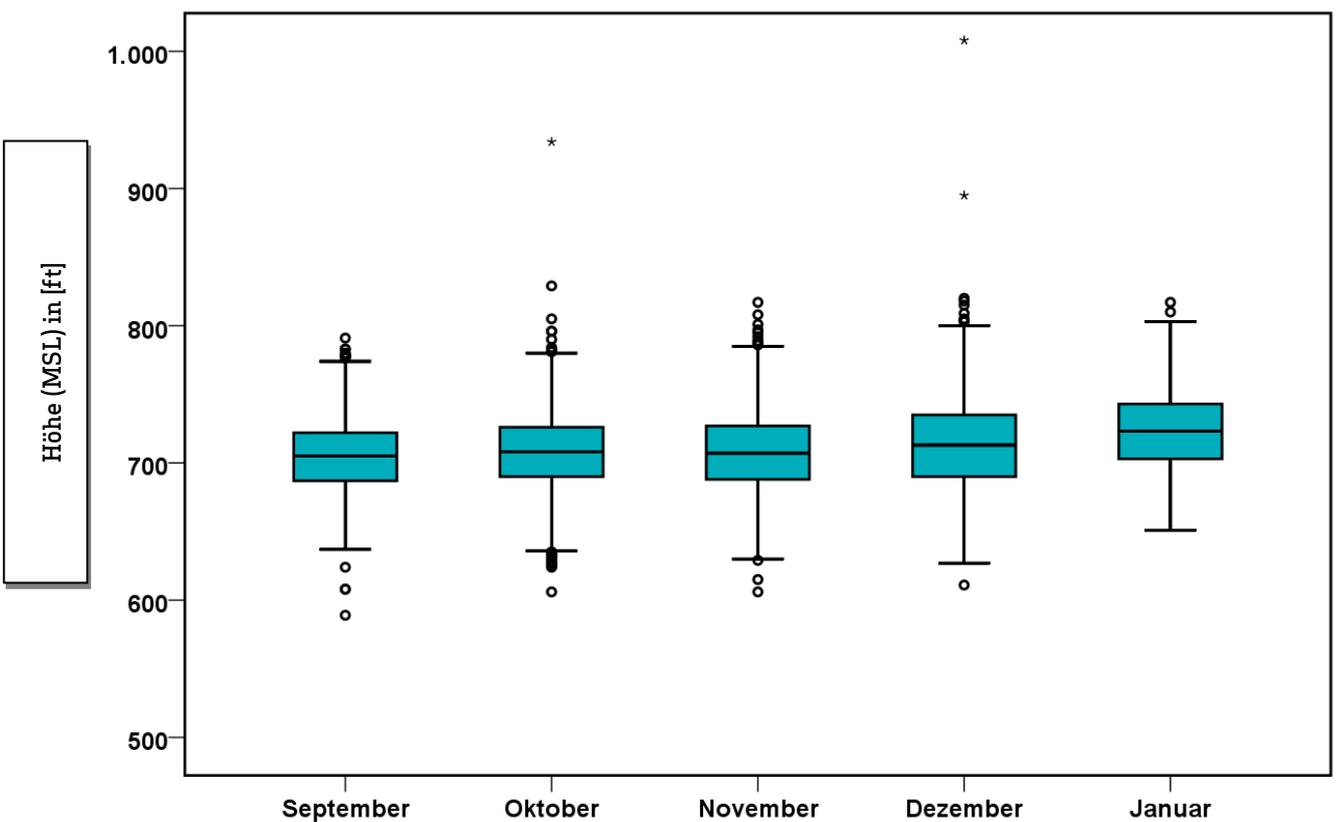


Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07 im Bereich von 500 ft bis 1000 ft

Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-273)



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
September	3312	338	3650
Oktober	3755	290	4045
November	3041	156	3197
Dezember	2467	134	2601
Januar	1344	39	1383

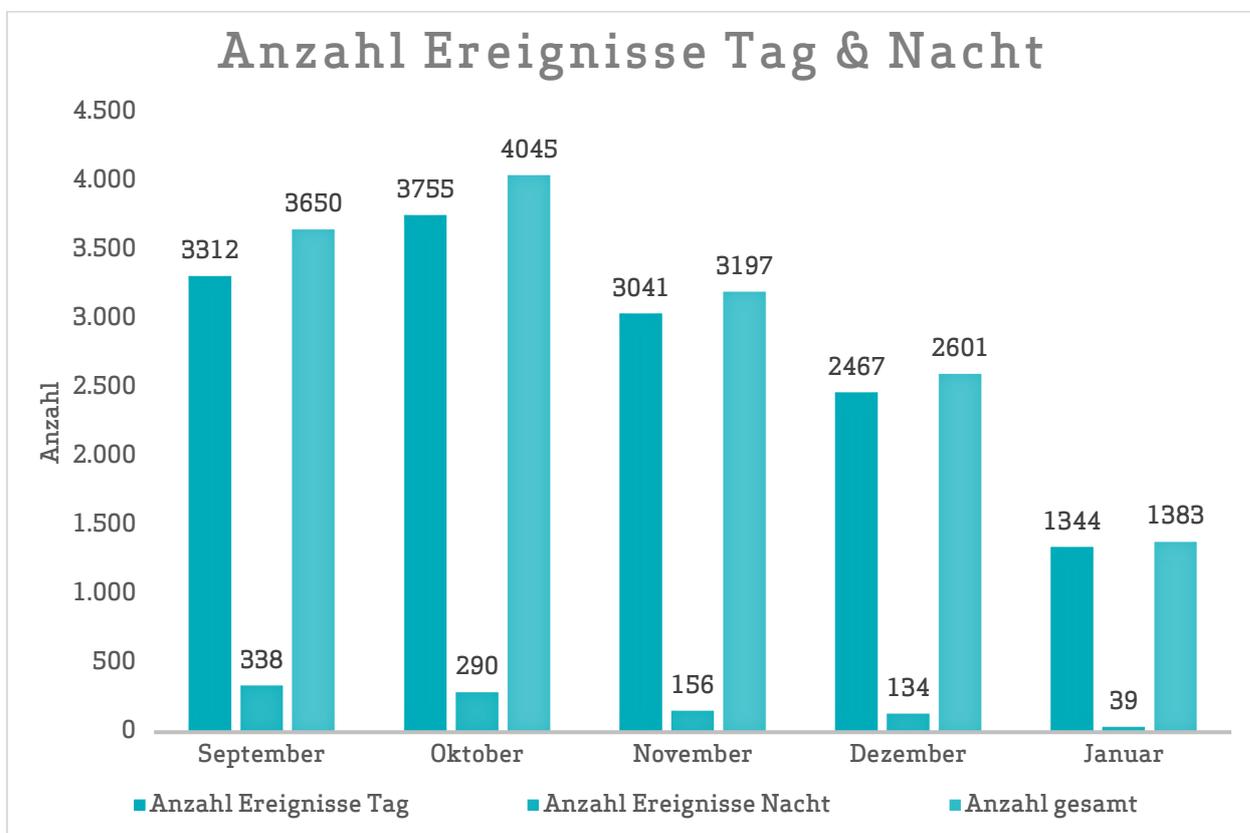


Abb. 9: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

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)
September	1	61	1767	898	557	28
Oktober	0	31	1690	1281	701	52
November	1	21	1447	1035	504	33
Dezember	0	30	1079	708	617	33
Januar	1	8	550	324	432	29

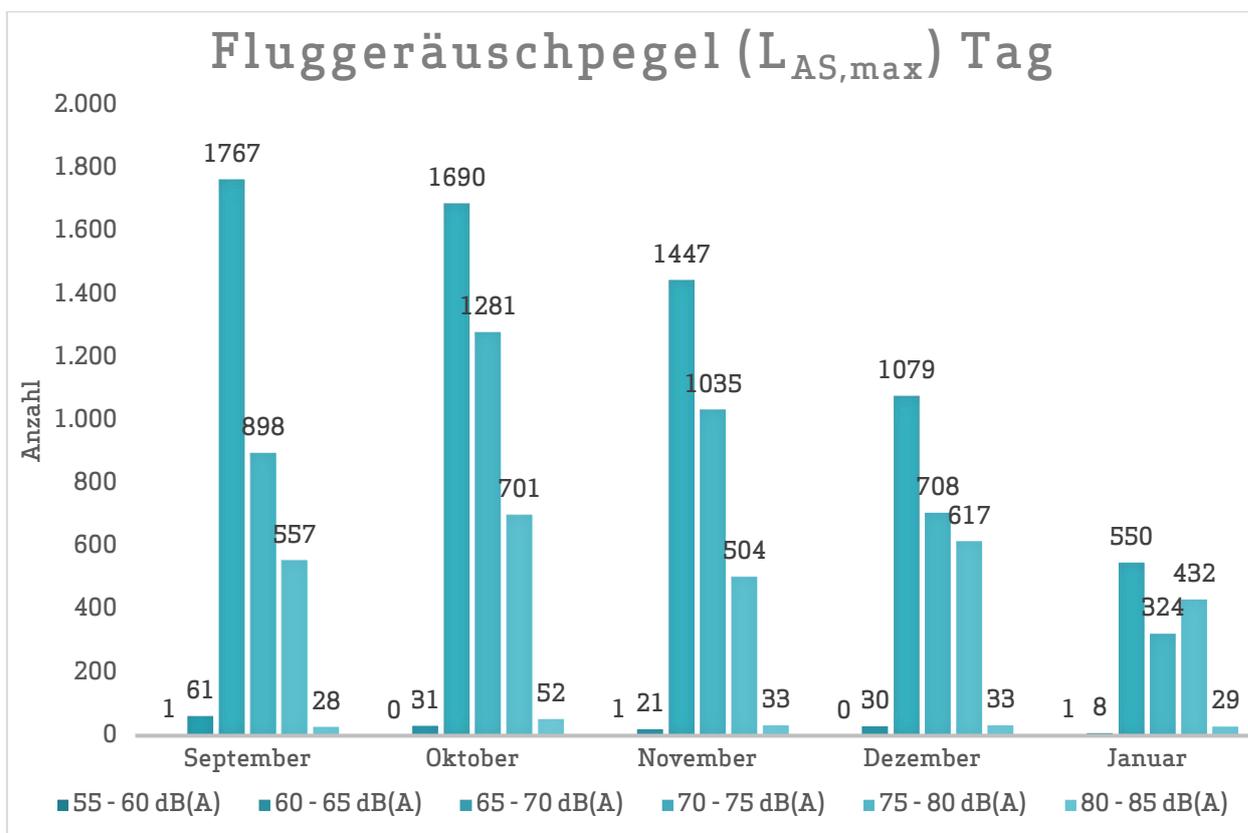


Abb. 10: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
September	0	0	75	239	22	2
Oktober	1	3	49	186	49	2
November	0	0	26	119	11	0
Dezember	0	1	29	89	14	1
Januar	0	0	8	27	4	0

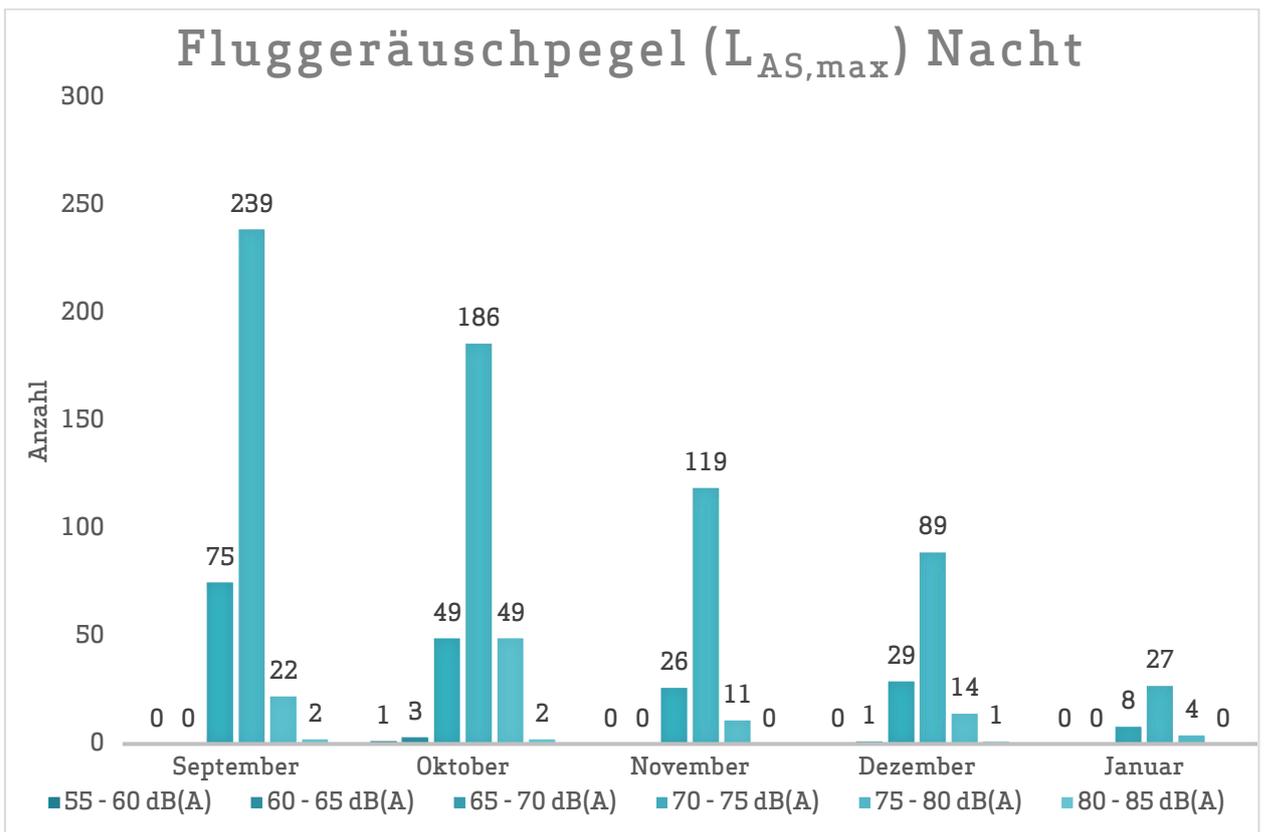


Abb. 11: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

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}
September	56,9	50,1	320	153	60,5	55,8	53,6	50,3
Oktober	57,2	49,6	275	159	59,3	53,3	51,6	48,5
November	56,7	46,3	152	79	59,0	52,3	51,6	48,0
Dezember	56,6	46,3	130	74	59,0	52,6	51,5	48,3
Januar	56,1	42,1	38	19	58,6	58,9	51,9	48,2

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

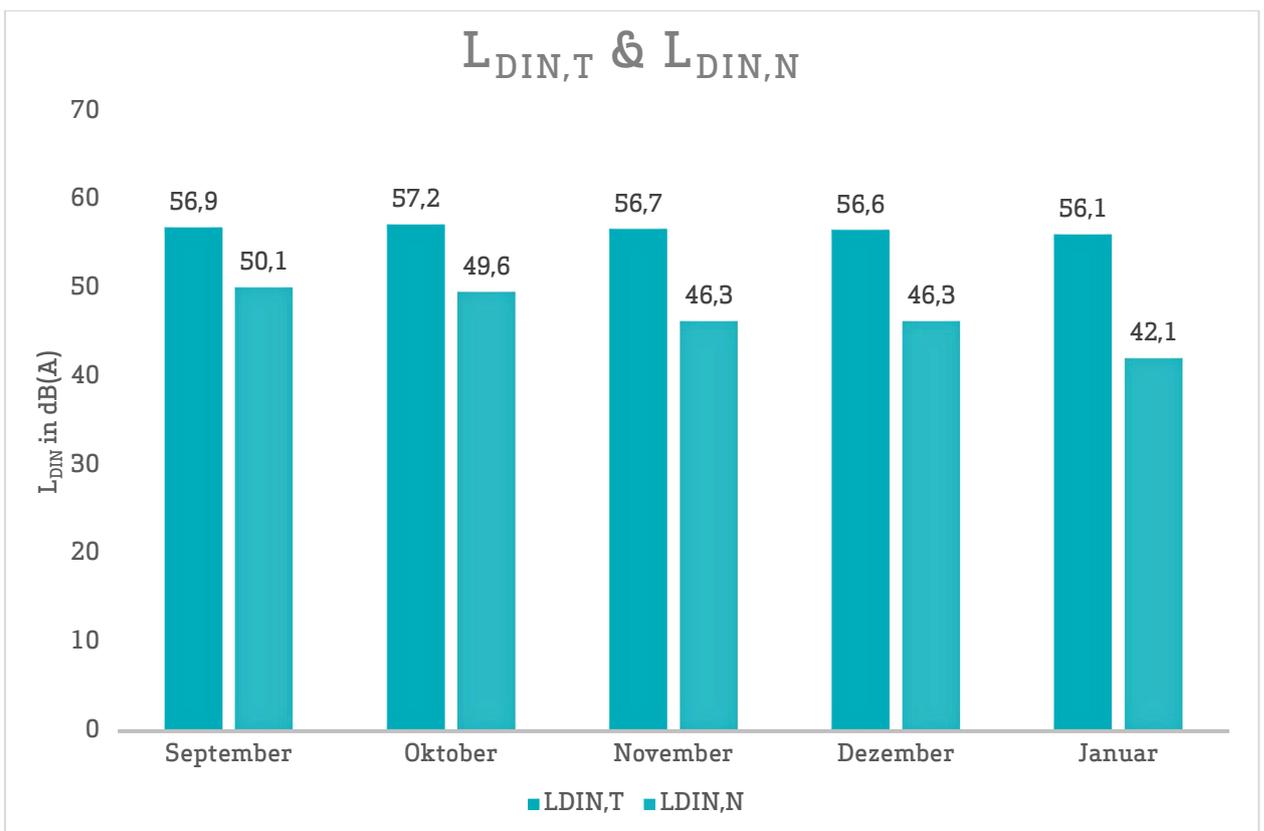


Abb. 12: L_{DIN} Tag und Nacht

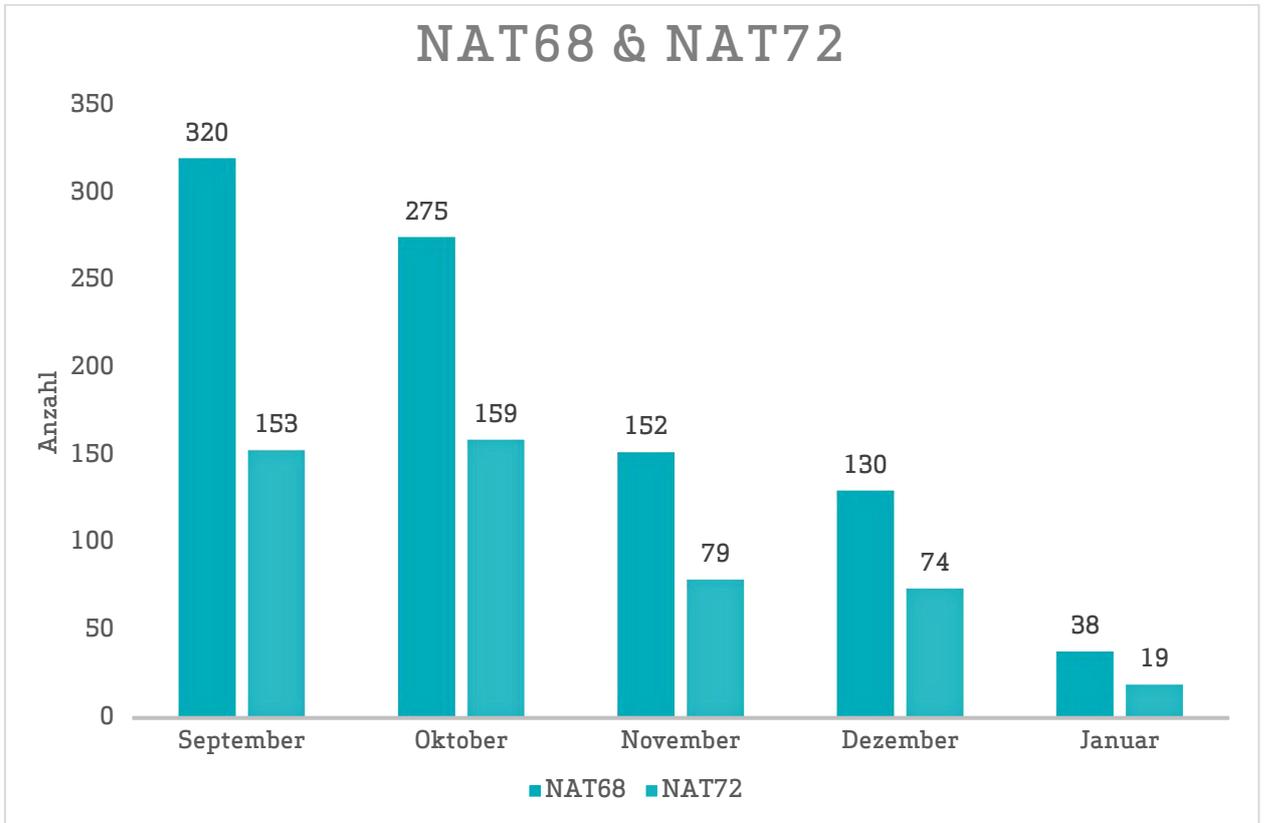


Abb. 13: NAT68 und NAT72

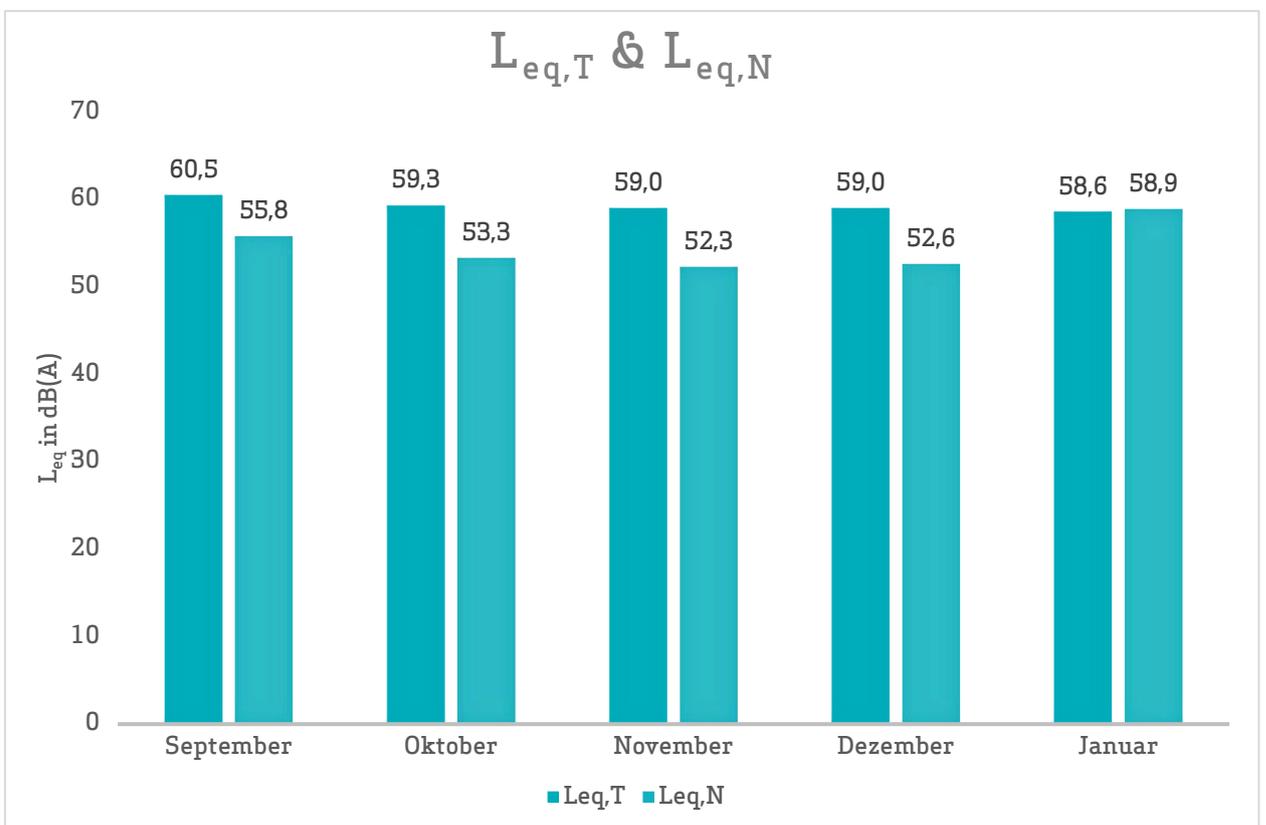


Abb. 14: L_{eq} Tag und Nacht



Abb. 15: L₉₅ Tag und Nacht

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.

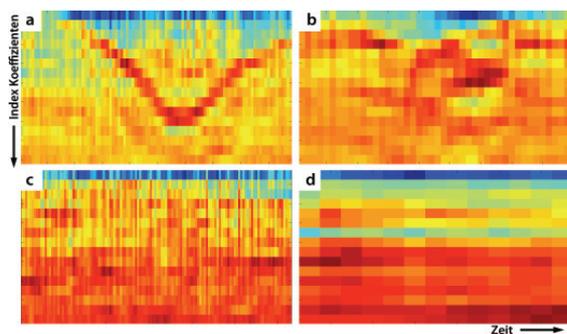


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

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.

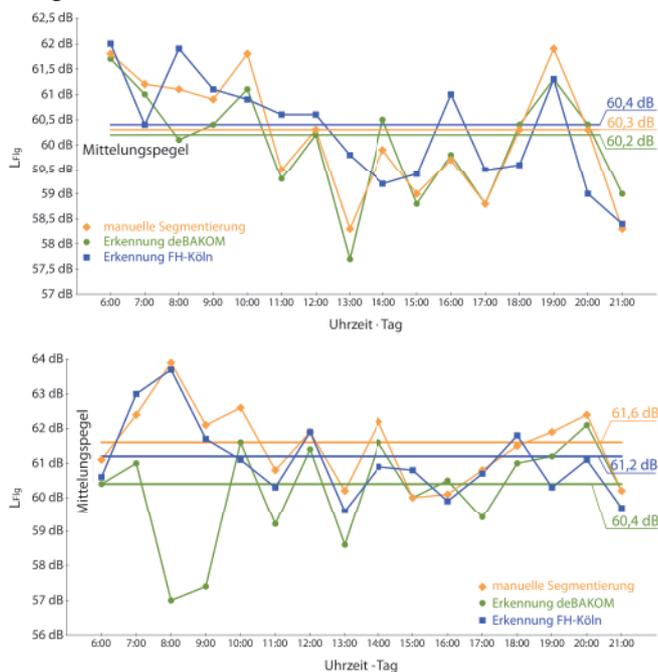


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

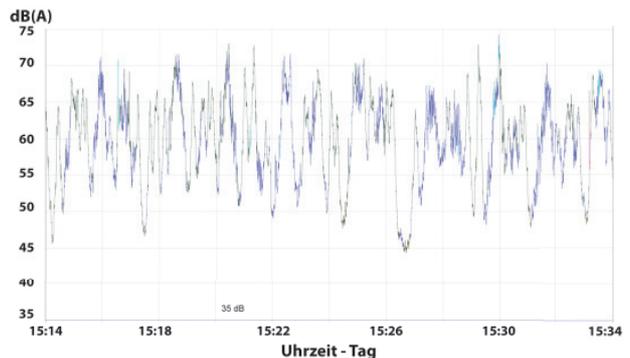
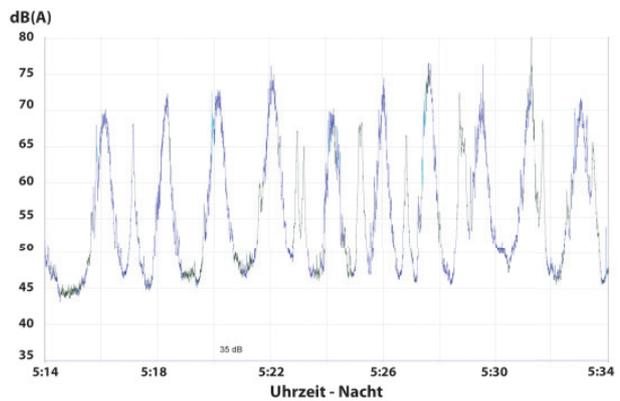


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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