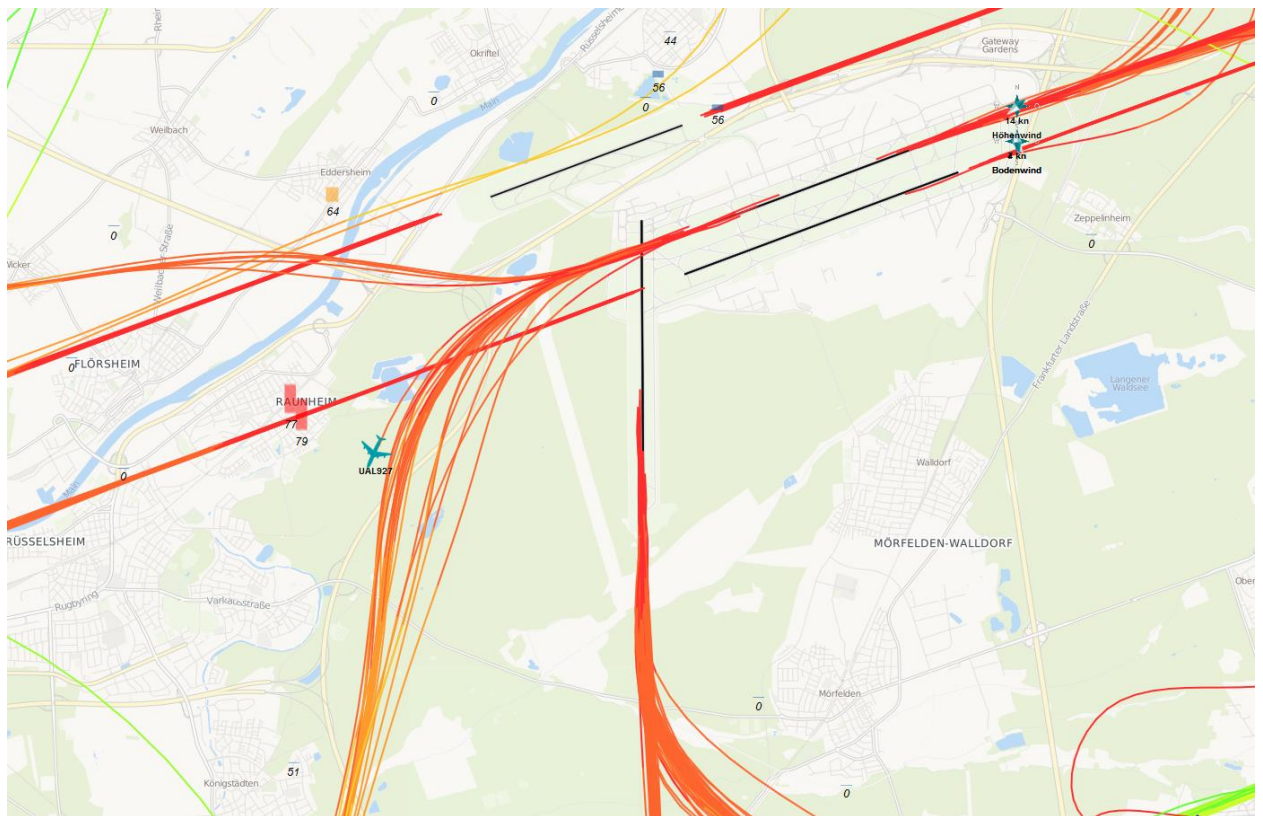


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-111 in Raunheim

Berichtszeitraum: Juli 2019 – September 2019 | Stand 26.02.2020



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	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 2019	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 September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	7
Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2019, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 4: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	8
Abb. 5: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 6: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)	9
Abb. 7: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im September 2019, 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).

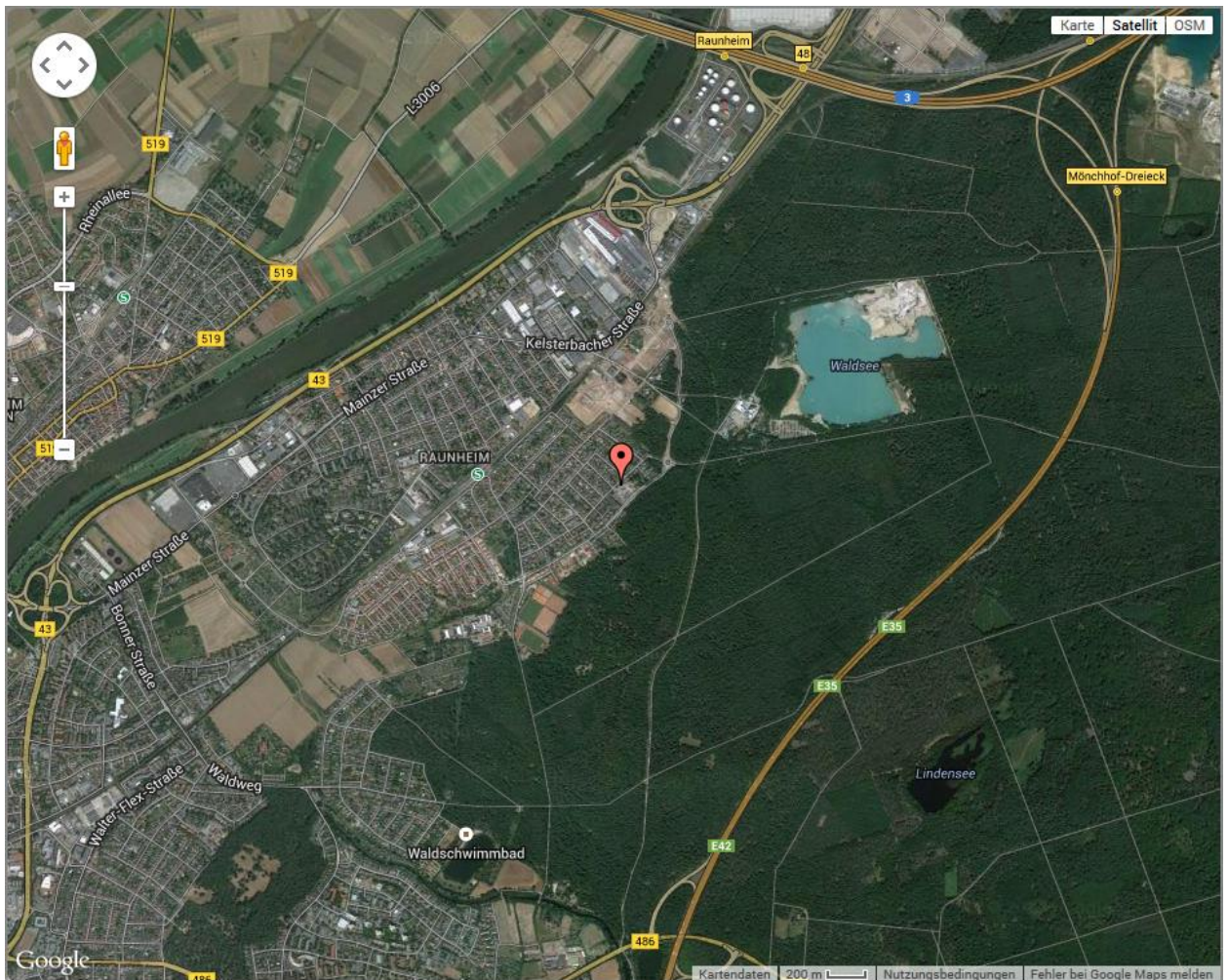


Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Maps)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. Juli 2019 bis zum 30. September 2019.

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)	7916	7016	88,63%
Abflüge (BR25) SU	8897	7651	86,00%
Abflüge (BR25) NW	4468	2702	60,47%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ im September 2019 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.

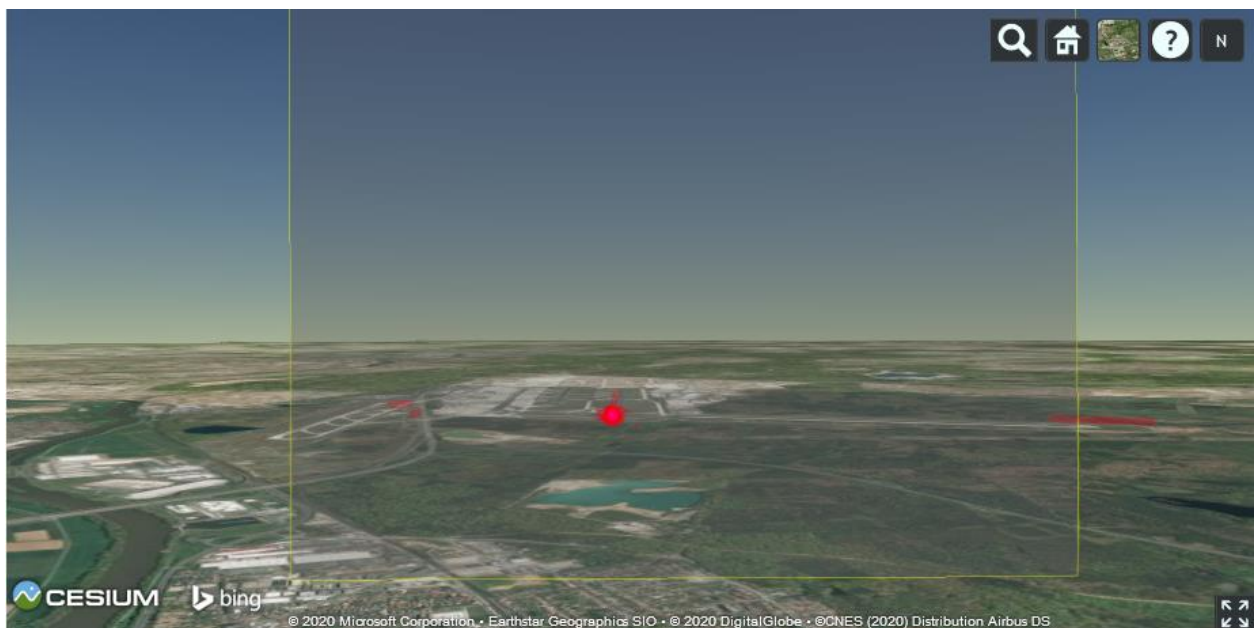


Abb. 2: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2019, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

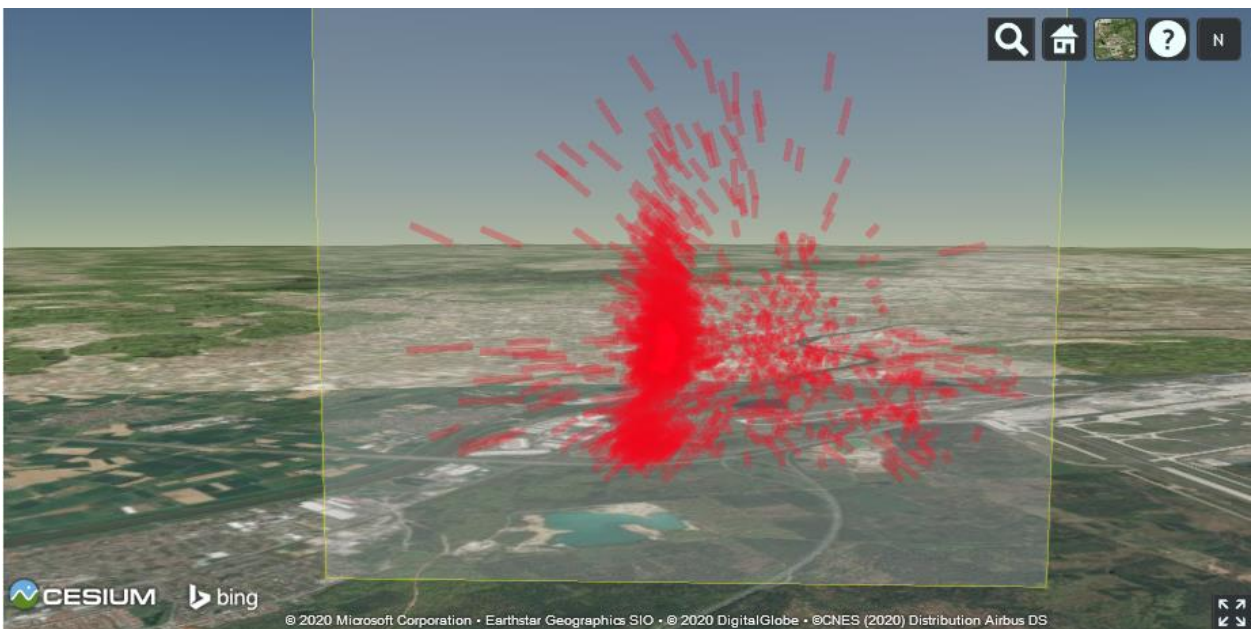


Abb. 4: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

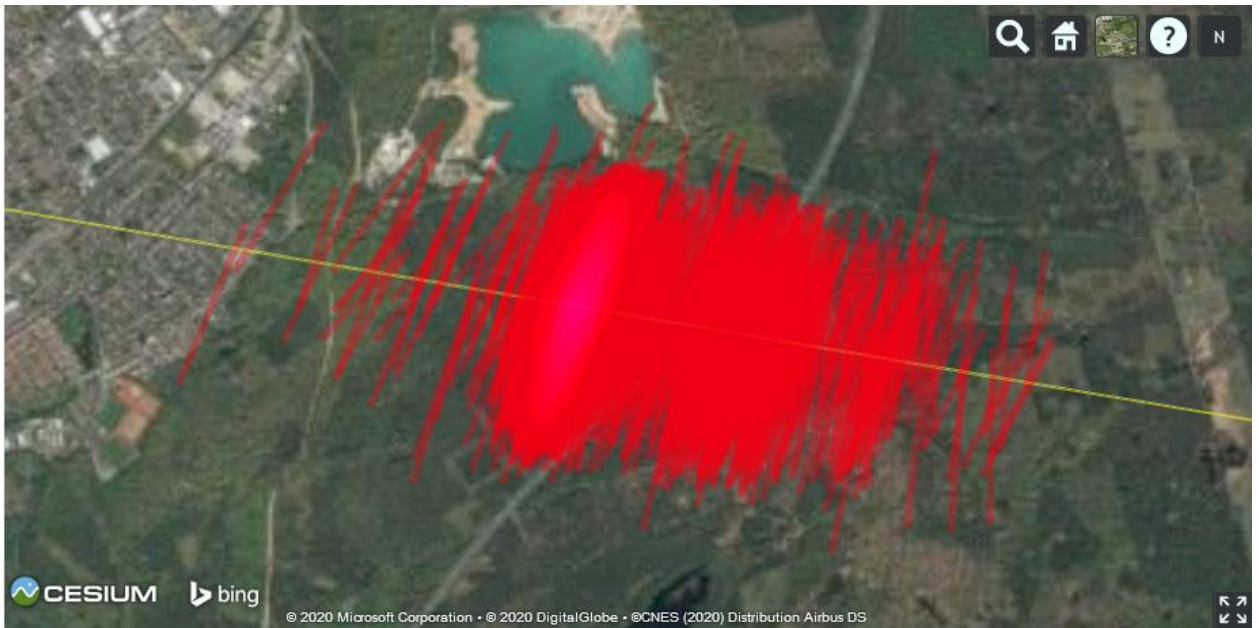


Abb. 5: BR25 (SU) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

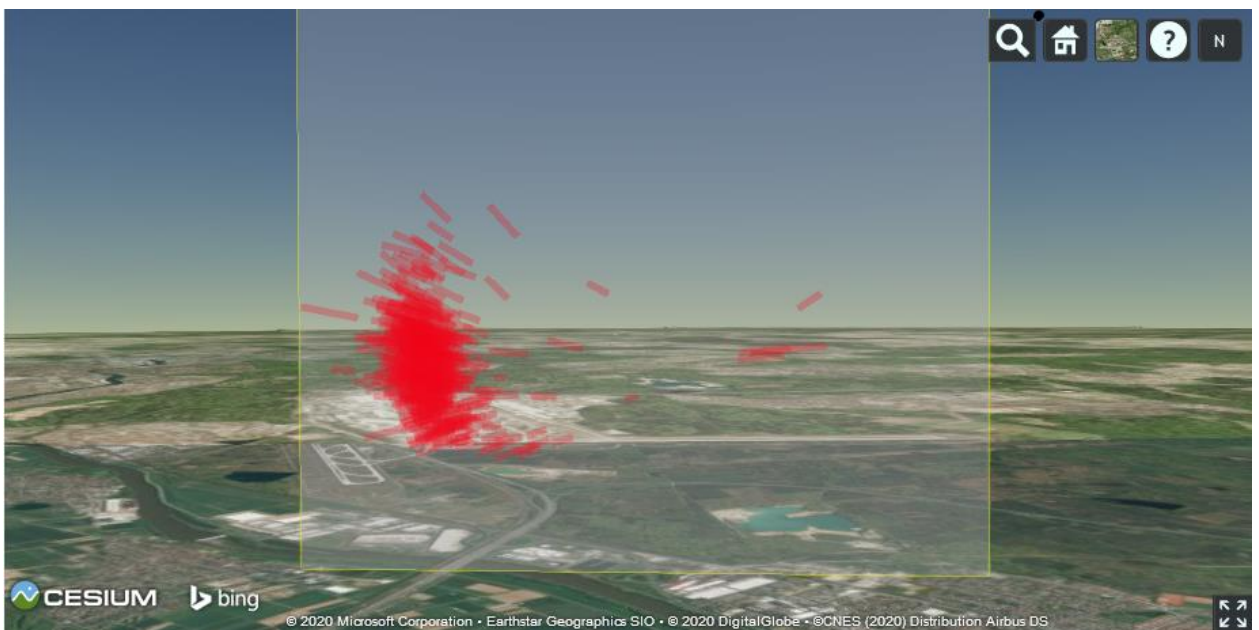


Abb. 6: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im September 2019, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 7: BR25 (NW) - Identifizierte Abflüge im September 2019, 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
Juli	26,35%	9,37%	28,54%	18,04%	0,11%	17,60%	64,26%	35,74%
August	29,91%	9,69%	32,82%	13,82%	0,09%	13,67%	72,42%	27,58%
September	34,15%	9,06%	33,51%	11,49%	0,03%	11,75%	76,72%	23,28%

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

2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
01.07.2019 16:00	01.07.2019 20:59	5 h	Windgeschwindigkeit
02.07.2019 19:00	02.07.2019 19:59	1 h	Windgeschwindigkeit
02.07.2019 23:00	02.07.2019 23:59	1 h	Windgeschwindigkeit
03.07.2019 19:00	03.07.2019 23:59	5 h	Windgeschwindigkeit
06.07.2019 14:00	06.07.2019 21:59	8 h	Windgeschwindigkeit

07.07.2019 15:00	07.07.2019 20:59	6 h	Windgeschwindigkeit
08.07.2019 12:00	08.07.2019 19:59	8 h	Windgeschwindigkeit
09.07.2019 10:00	09.07.2019 12:59	3 h	Windgeschwindigkeit
14.07.2019 18:00	14.07.2019 22:59	5 h	Windgeschwindigkeit
15.07.2019 17:00	15.07.2019 19:59	3 h	Windgeschwindigkeit
20.07.2019 14:00	20.07.2019 19:59	6 h	Windgeschwindigkeit
21.07.2019 13:00	21.07.2019 13:59	1 h	Windgeschwindigkeit
28.07.2019 18:00	28.07.2019 23:59	6 h	Windgeschwindigkeit
30.07.2019 18:00	30.07.2019 20:59	3 h	Windgeschwindigkeit
31.07.2019 11:00	31.07.2019 19:59	9 h	Windgeschwindigkeit
02.08.2019 14:00	02.08.2019 16:59	3 h	Gewitter
03.08.2019 05:00	03.08.2019 09:59	5 h	Windgeschwindigkeit
07.08.2019 06:00	07.08.2019 06:59	1 h	Gewitter
08.08.2019 13:00	08.08.2019 13:59	1 h	Windgeschwindigkeit
10.08.2019 08:00	10.08.2019 20:59	13 h	Windgeschwindigkeit
11.08.2019 17:00	11.08.2019 18:59	2 h	Windgeschwindigkeit
12.08.2019 15:00	12.08.2019 19:59	5 h	Windgeschwindigkeit
15.08.2019 13:00	15.08.2019 18:59	6 h	Windgeschwindigkeit
17.08.2019 14:00	17.08.2019 15:59	2 h	Windgeschwindigkeit
18.08.2019 11:00	18.08.2019 17:59	7 h	Windgeschwindigkeit
02.09.2019 17:00	02.09.2019 17:59	1 h	Windgeschwindigkeit
04.09.2019 16:00	04.09.2019 18:59	2 h	Windgeschwindigkeit
04.09.2019 22:00	04.09.2019 22:59	1 h	Windgeschwindigkeit
05.09.2019 16:00	05.09.2019 20:59	5 h	Windgeschwindigkeit
11.09.2019 17:00	11.09.2019 18:59	2 h	Windgeschwindigkeit
12.09.2019 16:00	12.09.2019 17:59	2 h	Windgeschwindigkeit
17.09.2019 09:00	30.09.2019 23:59	327 h	Wartungs- und Zertifizierungsarbeiten

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	Juli	August	September
Mittelwert	1266	1263	1294
Standardfehler des Mittelwerts	1	1	1
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	1263	1292
	Obergrenze	1268	1295
5% getrimmtes Mittel	1264	1262	1293
Median	1265	1262	1293
Varianz	5560	742	581
Standardabweichung	75	27	24
Minimum	1075	1183	1210
Maximum	5000	1729	1454
Spannweite	3925	546	244
Interquartilbereich	41	32	32
Schiefe	38,09	2,38	0,51
Kurtosis	1862,94	32,64	2,47
Anzahl Ereignisse:	3406	2803	807

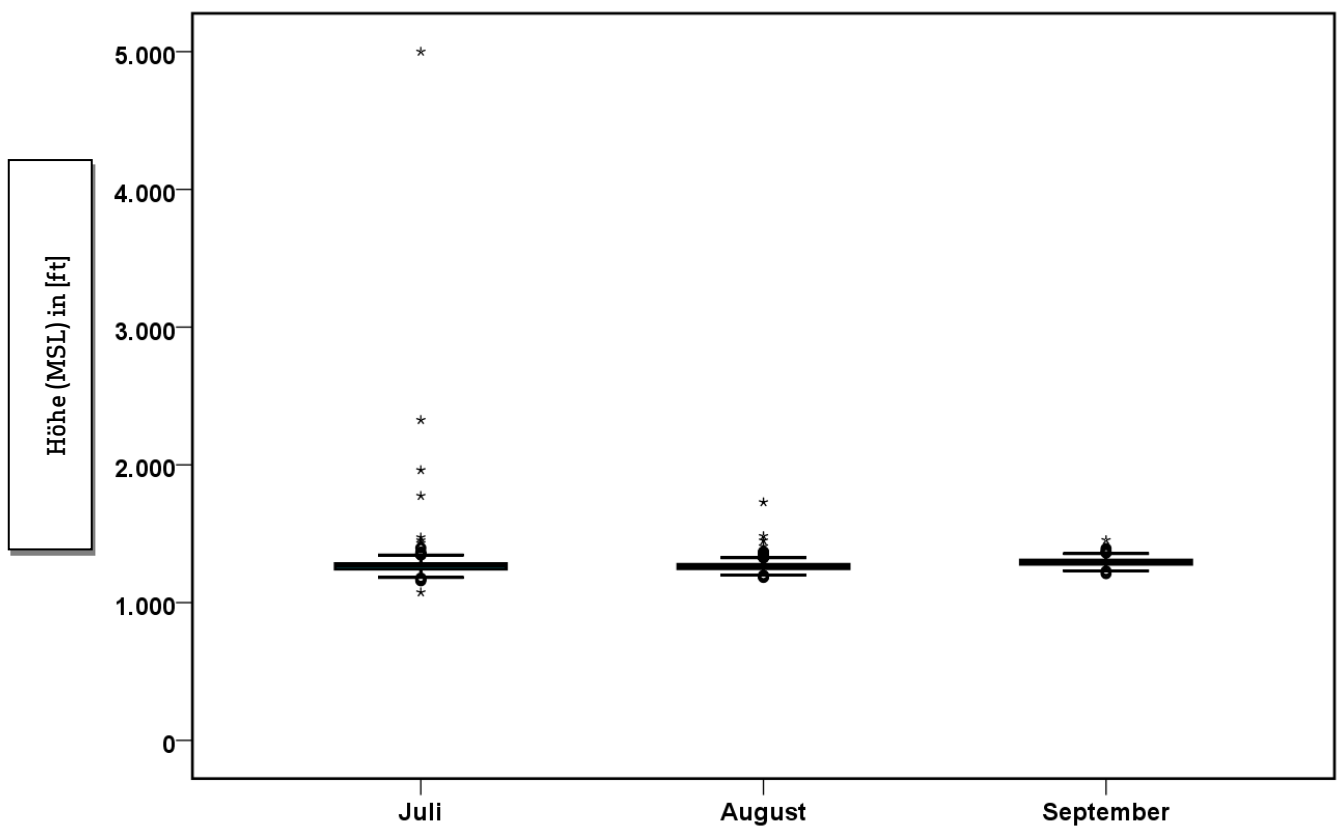


Abb. 8: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

2.5 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25	Juli	August	September
Mittelwert	2817	2913	2941
Standardfehler des Mittelwerts	12	11	13
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2793	2891
	Obergrenze	2842	2935
5% getrimmtes Mittel	2806	2904	2924
Median	2839	2930	2947
Varianz	350987	393213	395704
Standardabweichung	592	627	629
Minimum	1461	1448	1499
Maximum	5774	5657	5891
Spannweite	4313	4209	4392
Interquartilbereich	660	681	614
Schiefe	0,18	0,12	0,44
Kurtosis	0,74	0,63	1,79
Anzahl Ereignisse:	2247	3067	2337

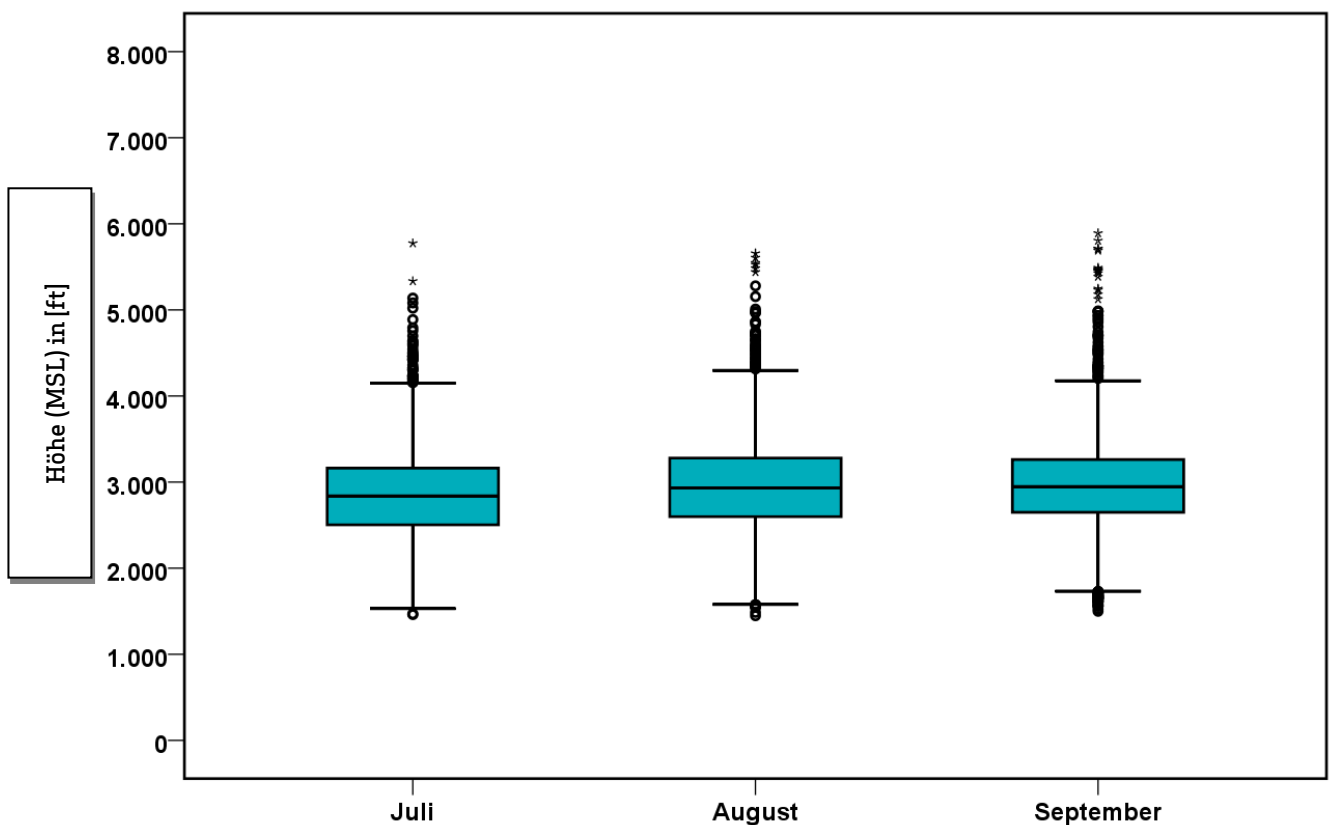


Abb. 9: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Südumfliegung

2.6 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

Höhe (MSL) in [ft] bei BR25	Juli	August	September
Mittelwert	2694	2693	2752
Standardfehler des Mittelwerts	16	15	23
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2662	2662
	Obergrenze	2725	2723
5% getrimmtes Mittel	2687	2690	2743
Median	2708	2692	2752
Varianz	293522	251524	259418
Standardabweichung	542	502	509
Minimum	1504	1493	1574
Maximum	4862	4923	4360
Spannweite	3358	3430	2786
Interquartilbereich	729	619	630
Schiefe	0,11	0,05	0,21
Kurtosis	-0,05	0,25	0,35
Anzahl Ereignisse:	1164	1049	489

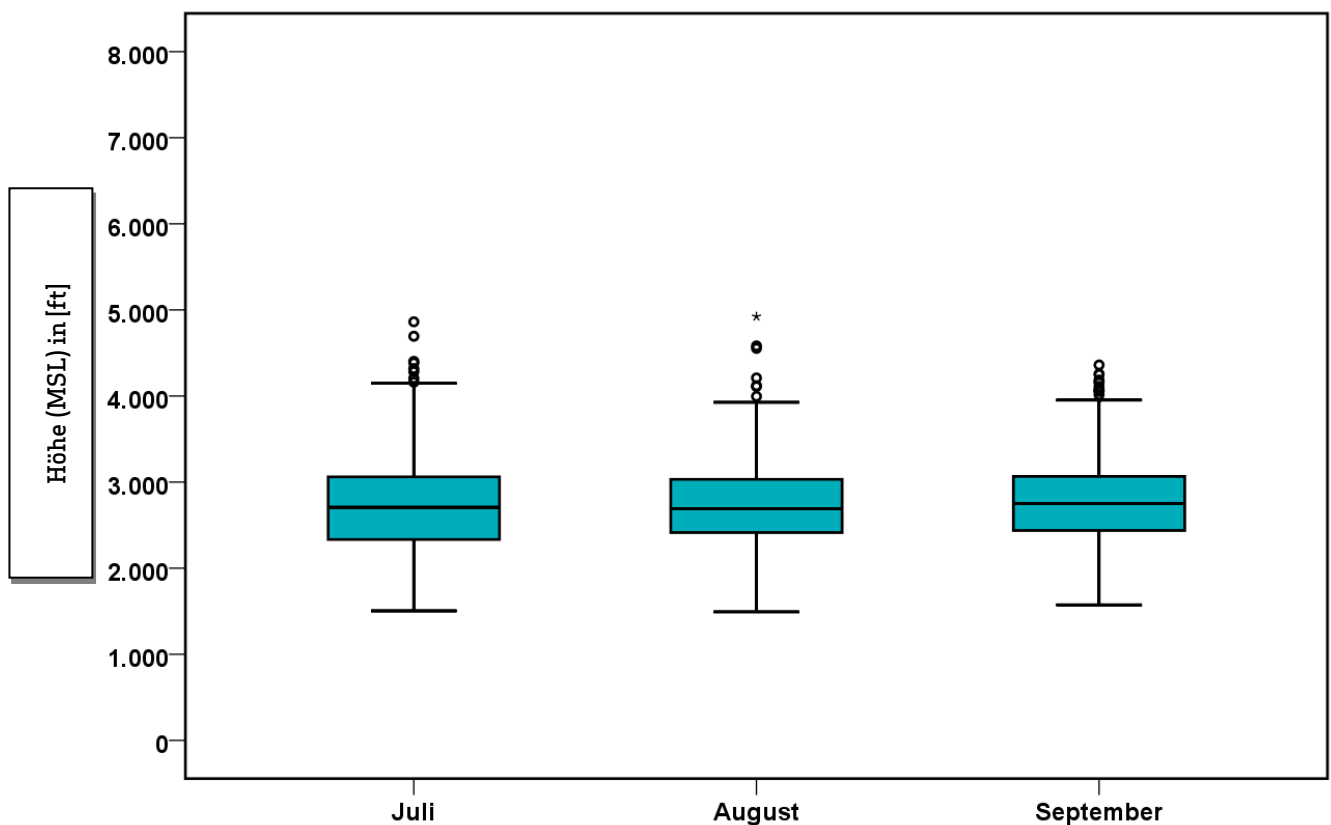


Abb. 10: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 – Nordwest-Abflugstrecken

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
Juli	6138	679	6817
August	6340	579	6919
September	3284	349	3633

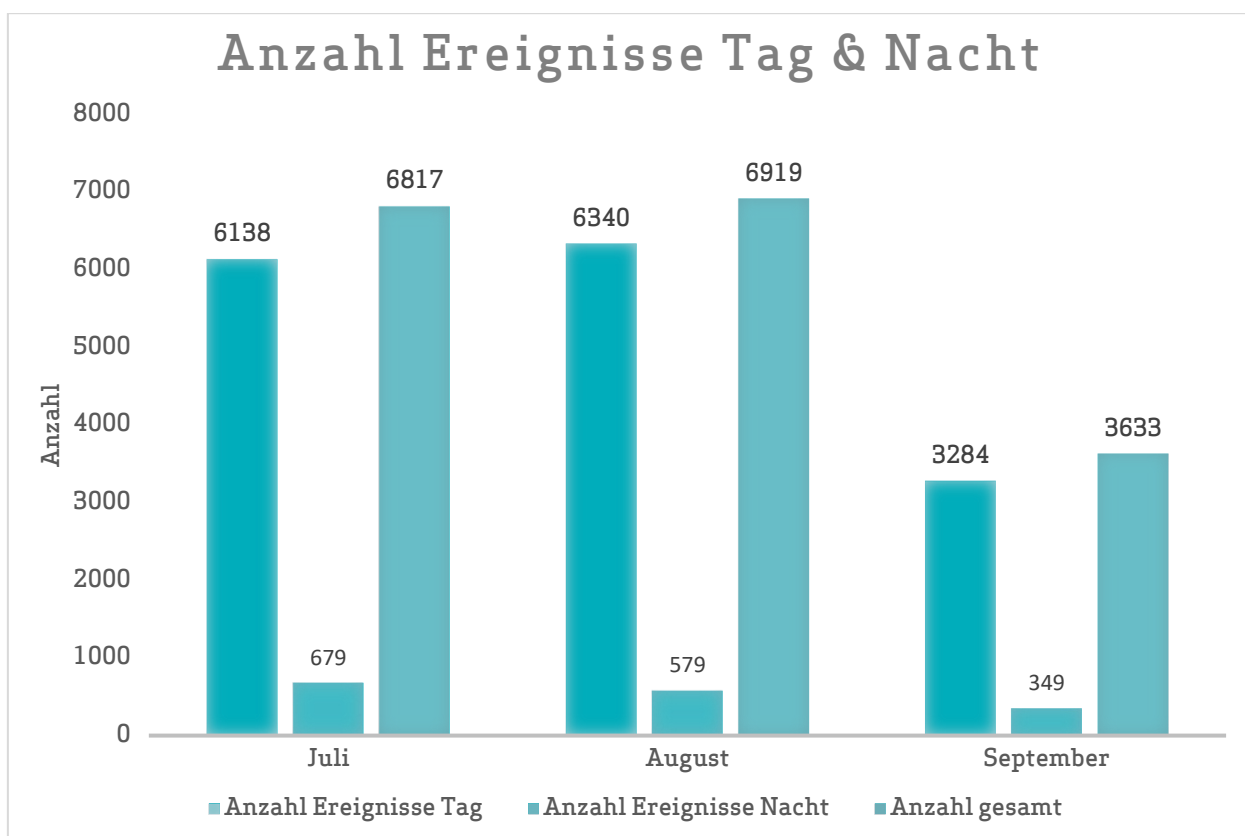


Abb. 11: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

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)
Juli	165	927	1640	1662	1446	297	1
August	149	1071	2113	1457	1295	251	4
September	51	564	1593	511	471	92	2

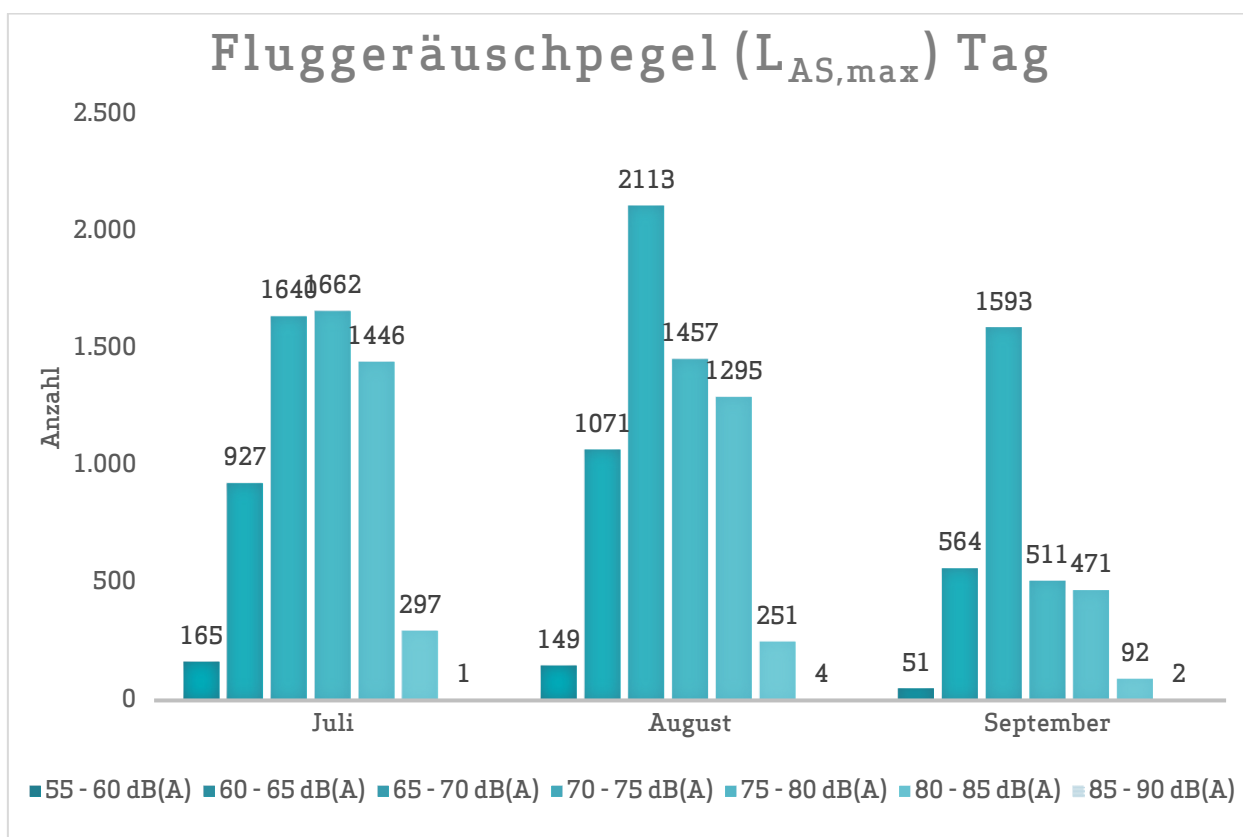


Abb. 12: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
Juli	59	185	106	76	217	36
August	71	156	121	36	152	43
September	26	118	114	15	65	11

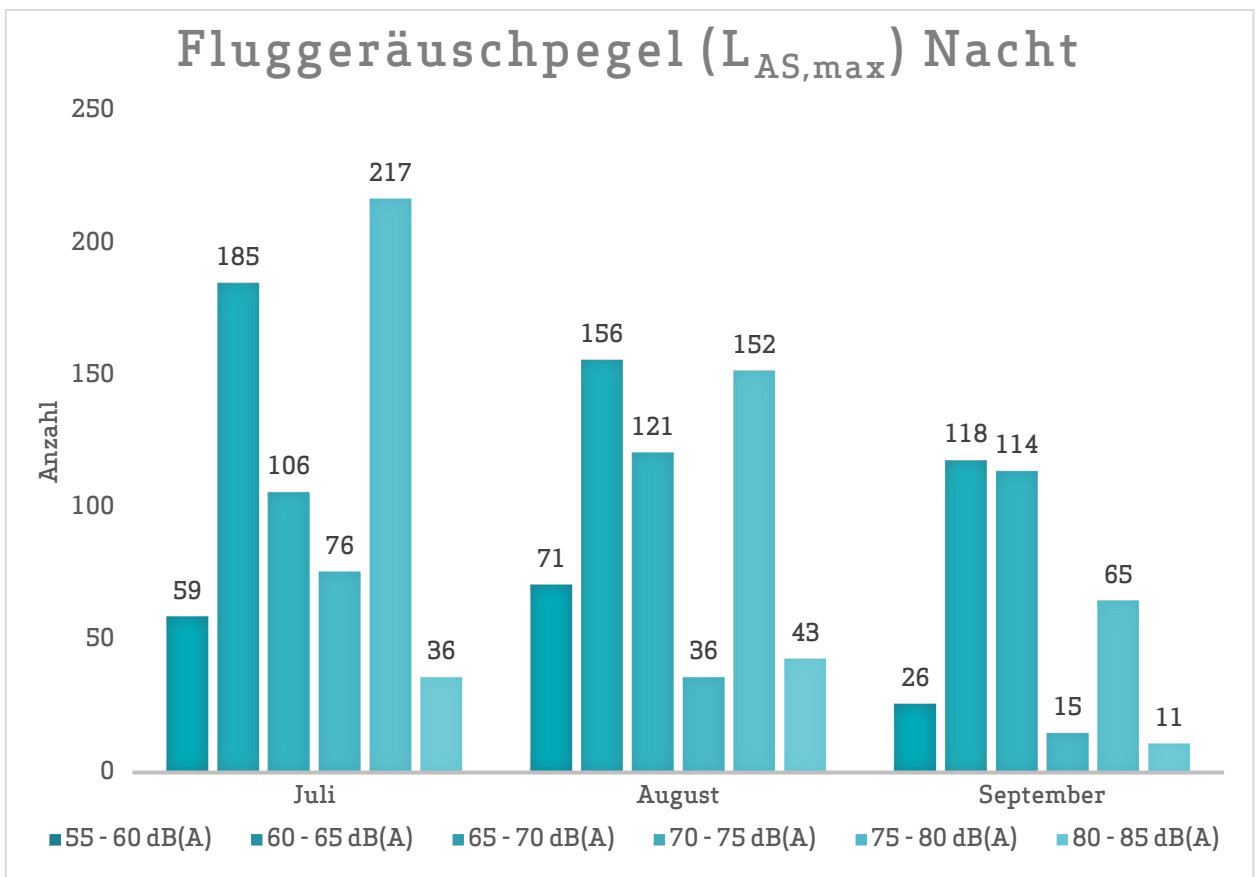


Abb. 13: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	$L_{DIN,T}$	$L_{DIN,N}$	NAT68*	NAT72*	$L_{eq,T}$	$L_{eq,N}$	$L_{95,T}$	$L_{95,N}$
Juli	59,6	53,0	355	319	60,5	54,4	43,1	40,2
August	59,1	52,2	259	222	60,3	54,0	43,3	40,4
September	58,2	51,2	124	84	59,7	52,1	43,8	40,8

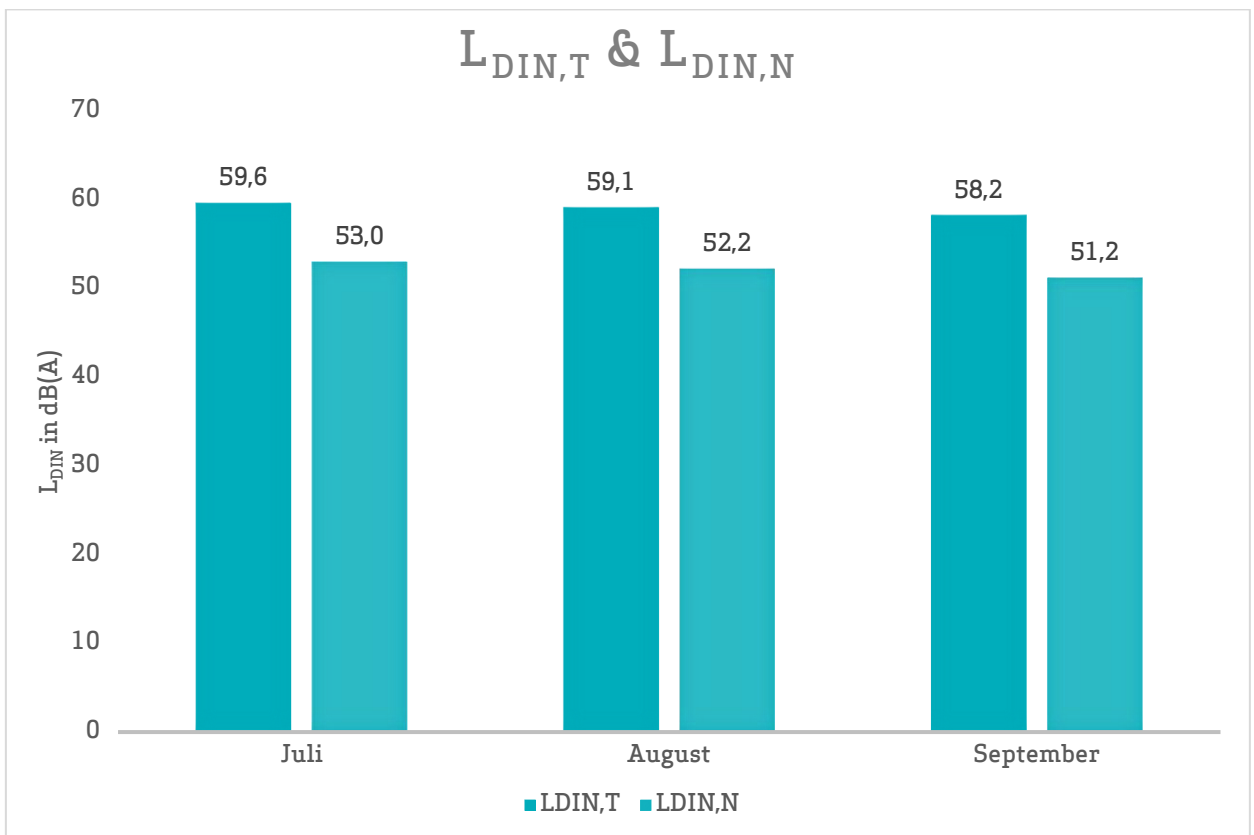


Abb. 14: L_{DIN} Tag und Nacht

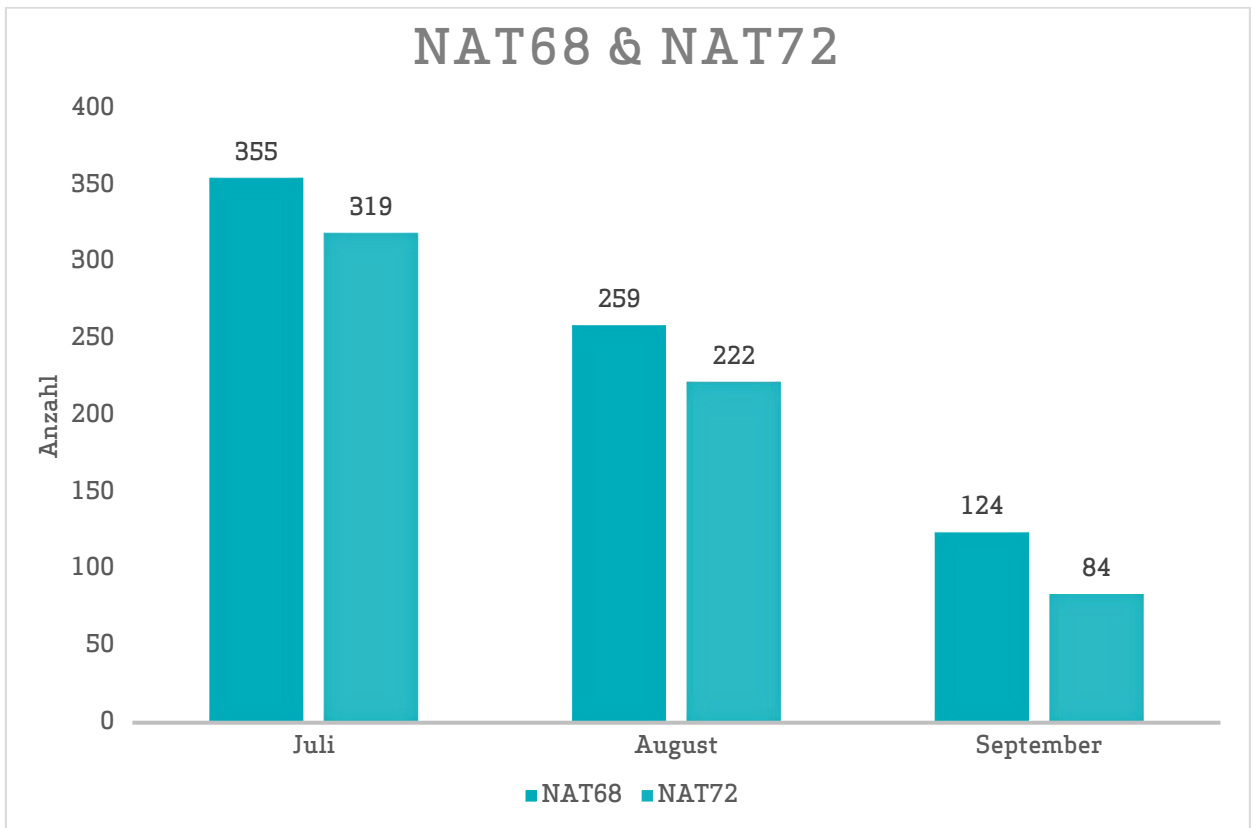


Abb. 15: NAT68 und NAT72

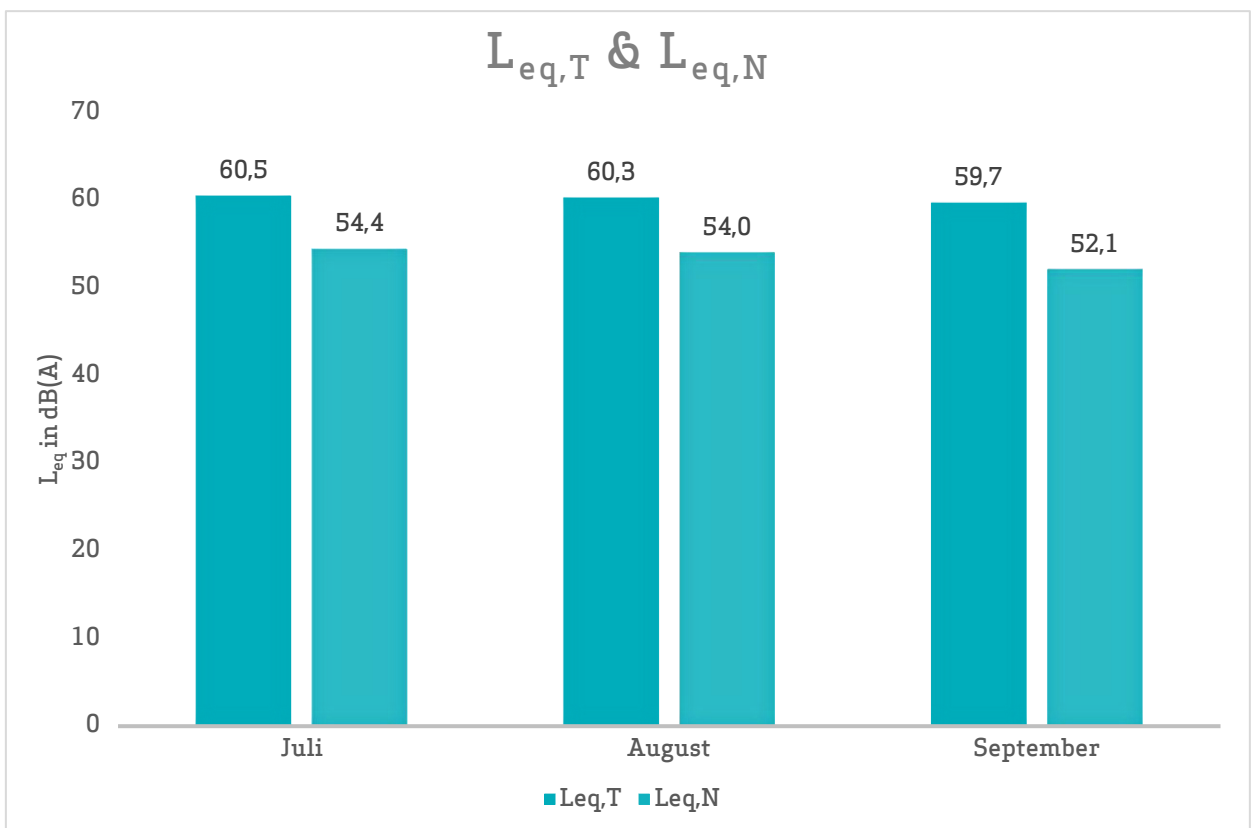


Abb. 16: L_{eq} Tag und Nacht

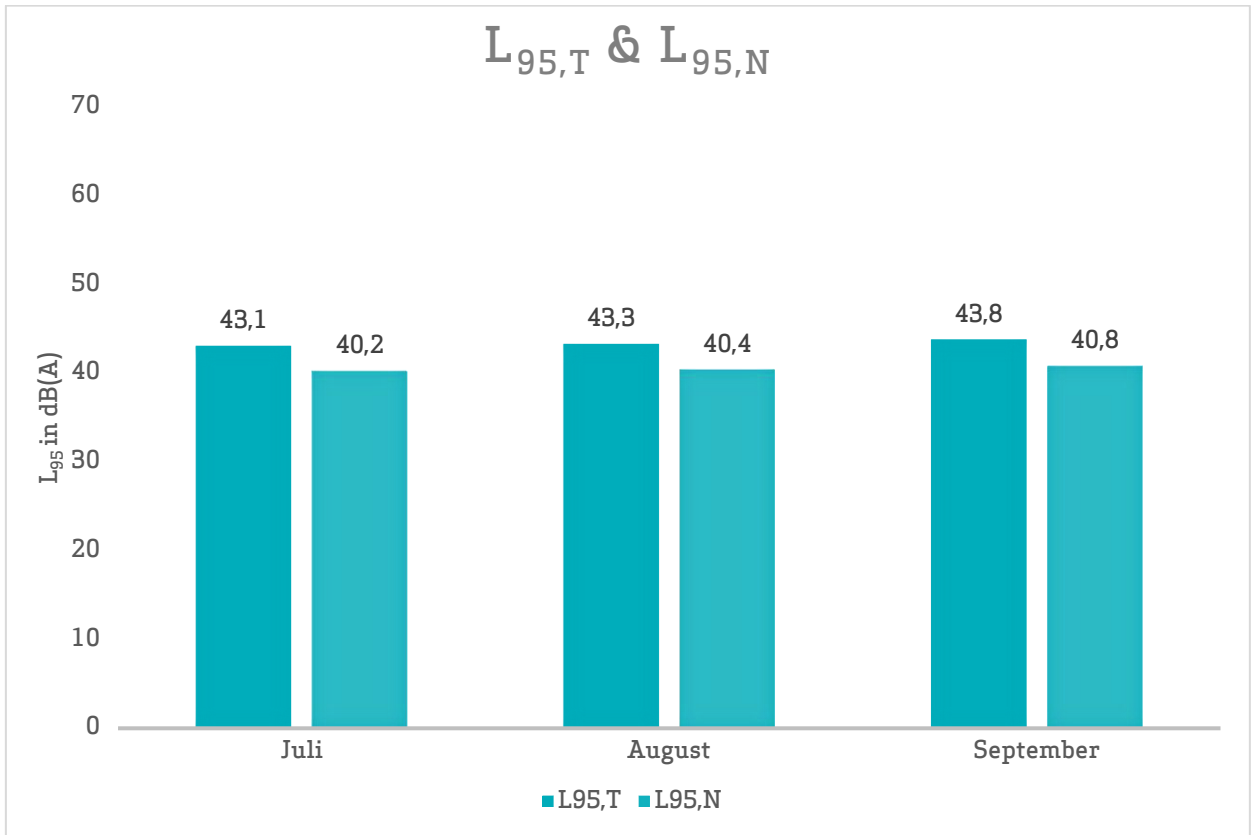


Abb. 17: L₉₅ Tag und Nacht

4.3 Jahresübersicht 2019

in dB(A)	L _{DIN,T}	L _{DIN,N}	NAT68*	NAT72*	L _{eq,T}	L _{eq,N}	L _{95,T}	L _{95,N}
Januar	58,3	51,7	315	199	59,6	61,5	45,1	40,9
Februar	59,0	52,7	260	204	60,0	53,9	45,9	42,6
März	59,1	52,6	330	221	60,4	53,8	46,4	42,5
April	62,4	55,8	557	493	63,2	56,5	46,7	42,4
Mai	60,1	52,8	322	231	61,2	55,1	45,3	42,4
Juni	60,3	53,5	346	288	61,3	55,0	44,5	41,6
Juli	59,6	53,0	355	319	60,5	54,4	43,1	40,2
August	59,1	52,2	259	222	60,3	54,0	43,3	40,4
September	58,2	51,2	124	84	59,7	52,1	43,8	40,8
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 Flugzeuggeräusche und anderen Geräuschklassen ermöglicht.

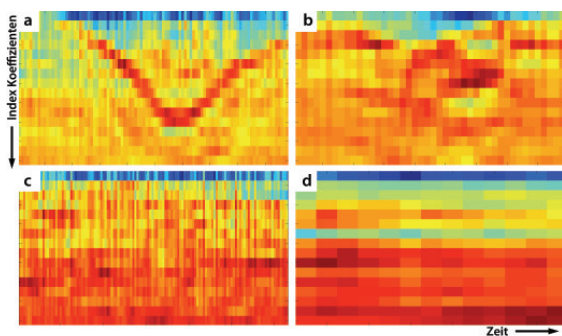


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

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.

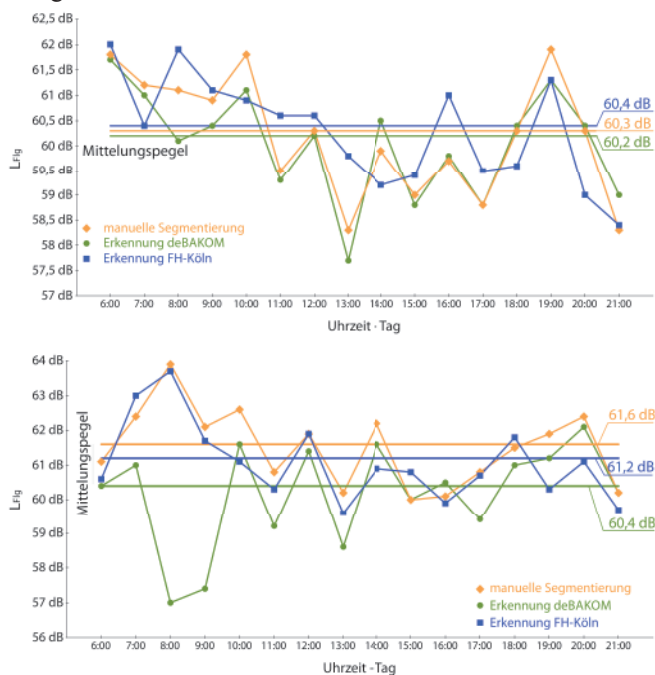


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

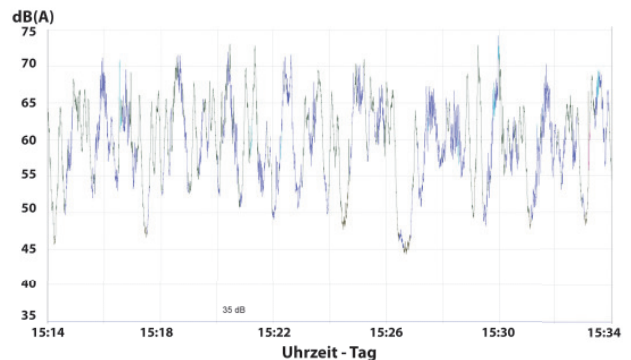
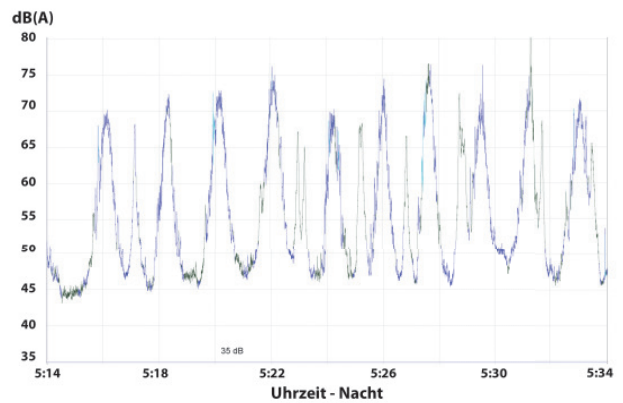


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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