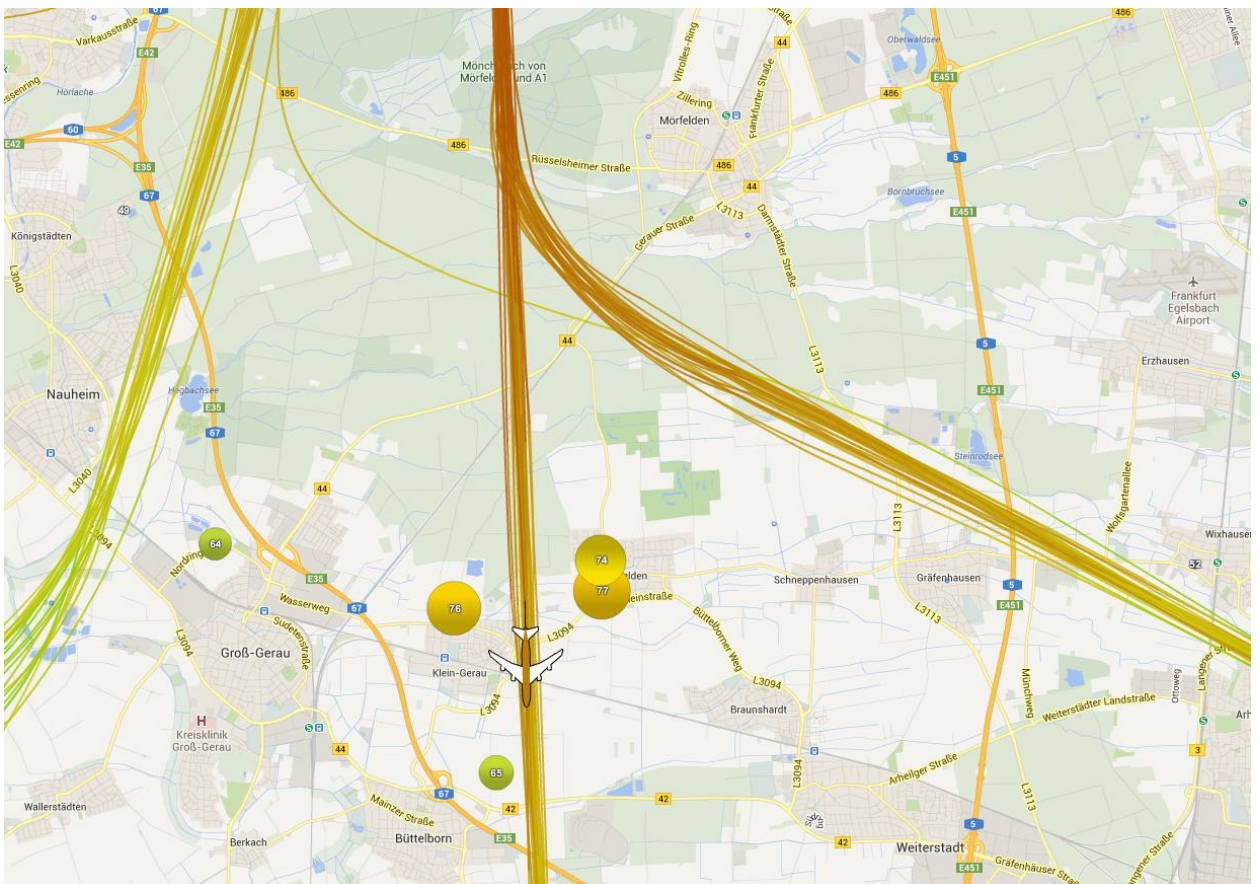


Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-261 in Worfelden

Berichtszeitraum: November 2013 – Februar 2014 | Stand 03.07.2014



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 und Überflughöhenstaffelung	7
2.1	Auswertungsmethode und Erkennungsrate	7
2.2	Ausfallzeiten	9
2.3	Abflüge bei Betriebsrichtung 25 und 18 - Tor (118°)	10
2.3.1	Abflughöhen	10
2.3.2	Abflughöhenstaffelung	11
2.4	Abflüge bei Betriebsrichtung 25 & 18 - Tor (180°)	12
2.4.1	Abflughöhen	12
2.4.2	Abflughöhenstaffelung	13
3	Fluggeräuschereignisse	16
4	Fluggeräuschpegel	17
4.1	Maximalpegelverteilung	17
4.2	Leq- und NAT-Auswertung	19

Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-261 (Quelle: Google Earth)	5
Abb. 2: Tor (118°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)	7
Abb. 3: Tor (118°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)	8
Abb. 4: Tor (180°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)	8
Abb. 5: Tor (180°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)	9
Abb. 6: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (118°)	10
Abb. 7: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (118°)	12
Abb. 8: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (180°)	13
Abb. 9: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (180°)	14
Abb. 10: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)	16
Abb. 11: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)	17
Abb. 12: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)	18
Abb. 13: L_{DIN} Tag und Nacht	19
Abb. 14: NAT68 und NAT72	20
Abb. 15: L_{eq} Tag und Nacht	20
Abb. 16: L_{95} Tag und Nacht	21

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 Fluggeräuscheignisses 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 Fluggeräuscheignissen erstellt. Als 3. Stufe werden die erkannten Fluggeräuscheignisse mit den FANOMOS-Daten (Radarspuren) der Deutschen Flugsicherung (DFS) korreliert. Falls diese Prüfkriterien alle zueinander passen, wird das Ereignis als Fluggeräuscheignis 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 Fluggeräuscheignisse die 68 dB(A) überschreiten (Nacht 22:00 - 06:00 Uhr).

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

1.3 Standort der Messstation

Die Messstation auf dem Gelände der Freiwilligen Feuerwehr in Worfelden wurde am 06. November 2013 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-261) lauten: 32 U 467226; 5530996 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 10 m über Grund.

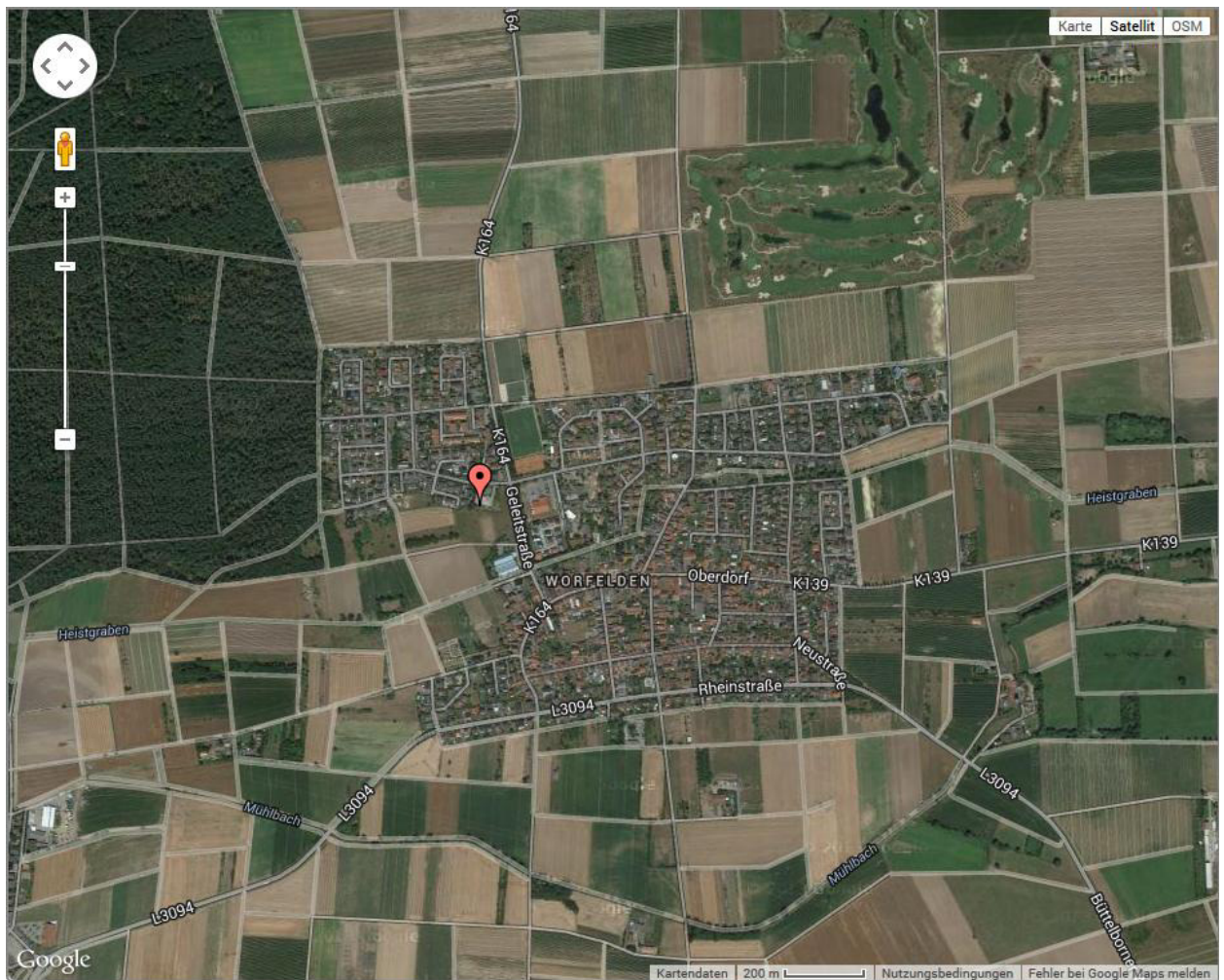


Abb. 1: Standort der Messstation MP-261 (Quelle: Google Earth)

Diese Auswertung umfasst Daten von 06.11.2013 bis 24.02.2014.

Auswertung der Überflüge über Worfelden



2 Überflughöhen und Überflughöhenstaffelung

2.1 Auswertungsmethode und Erkennungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-261 bei Betriebsrichtung (BR) 25 & 18 sind wie folgt definiert:

- **Tor (118°)** links 3704 m (2 NM) und rechts 1 m vom Bezugspunkt (MP-261) entfernt; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL). Die Flugrichtung durch das Tor beträgt 118°.
- **Tor (180°)** rechts 1852 m (1 NM) und links 1 m vom Bezugspunkt (MP-261) entfernt; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL). Die Flugrichtung durch das Tor beträgt 180°.

Abflüge (BR25 & BR18)	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der identifizierten Fluggeräuscheereignisse	Prozentueller Anteil der identifizierten Fluggeräuscheereignisse
Tor (118°)	18677	10240	54,83%
Tor (180°)	19464	17332	89,05%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ des Monats Februar 2014 für die Abflüge bei BR25 & BR18 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.

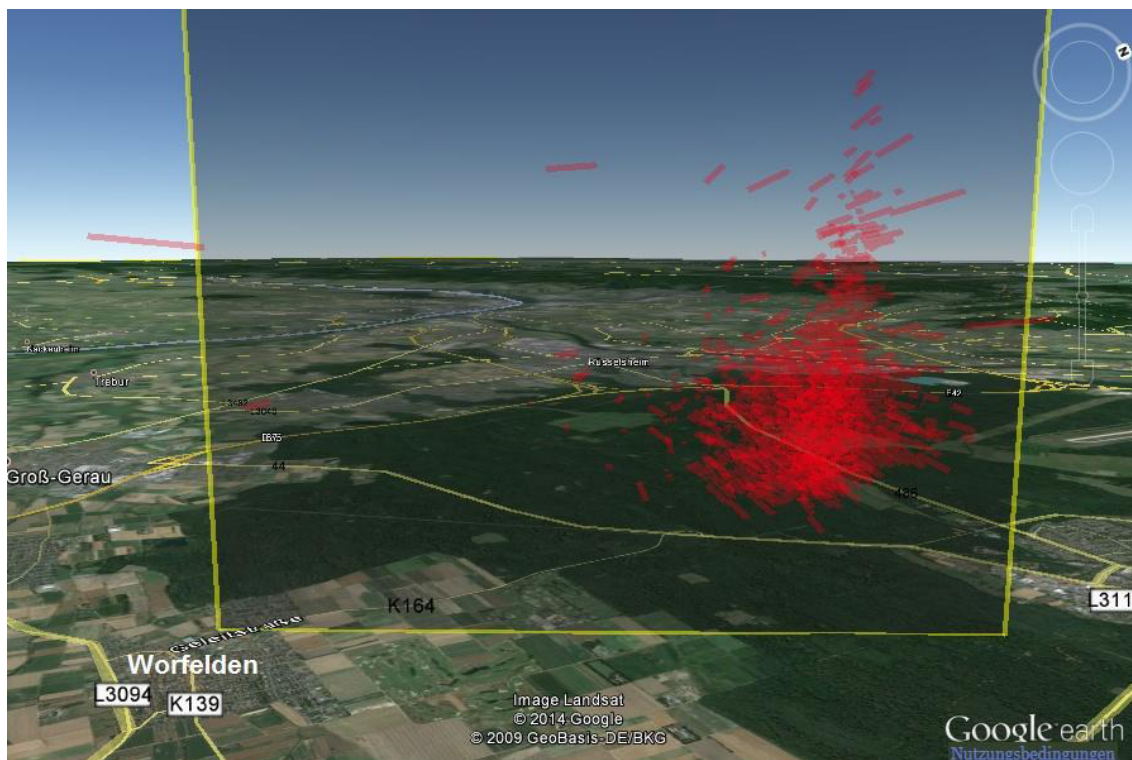


Abb. 2: Tor (118°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)

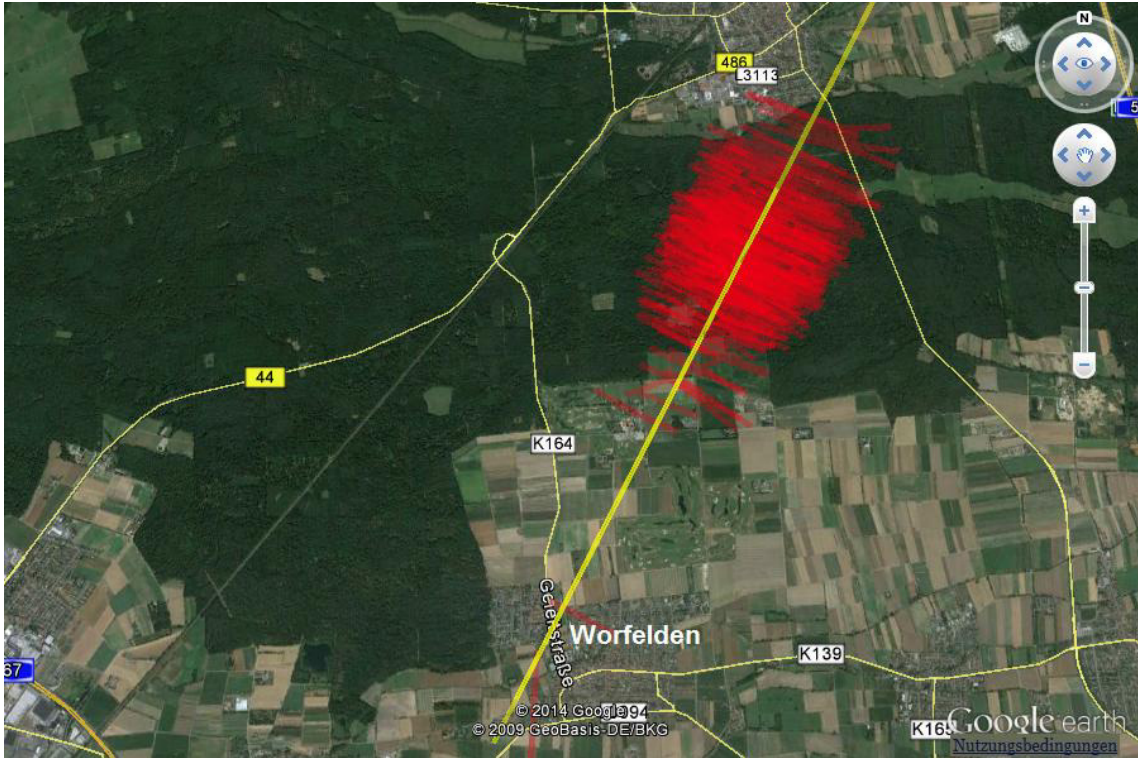


Abb. 3: Tor (118°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)

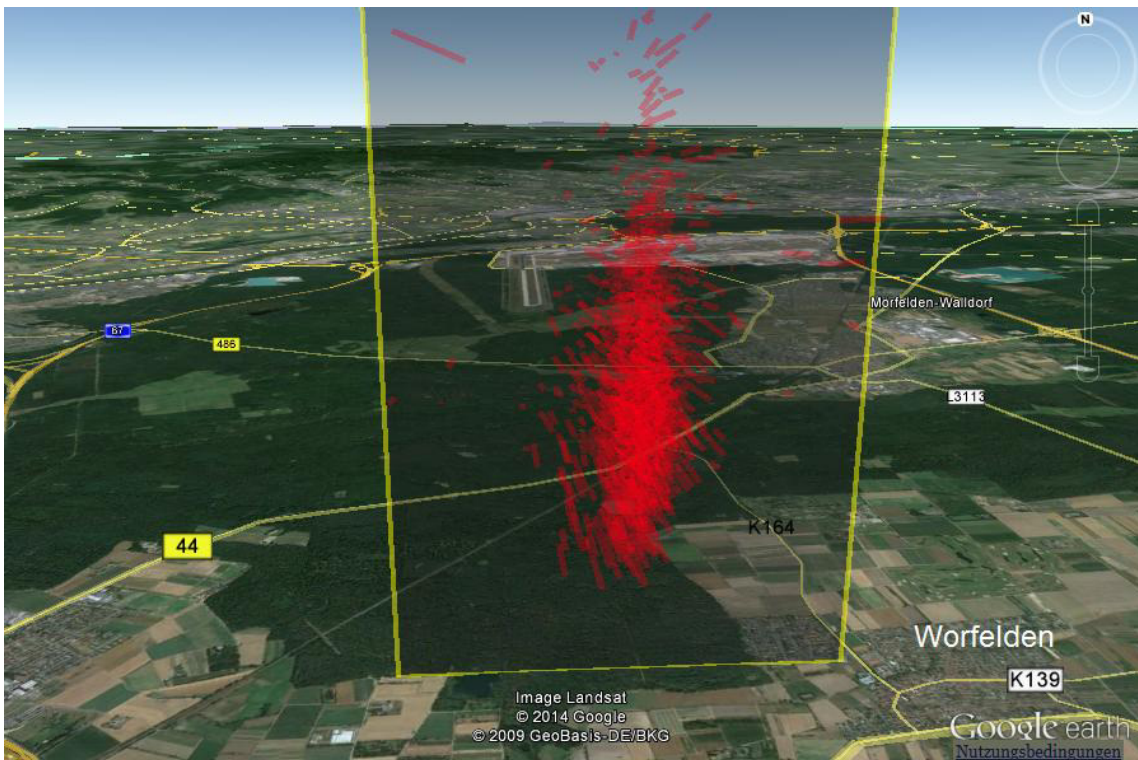


Abb. 4: Tor (180°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)

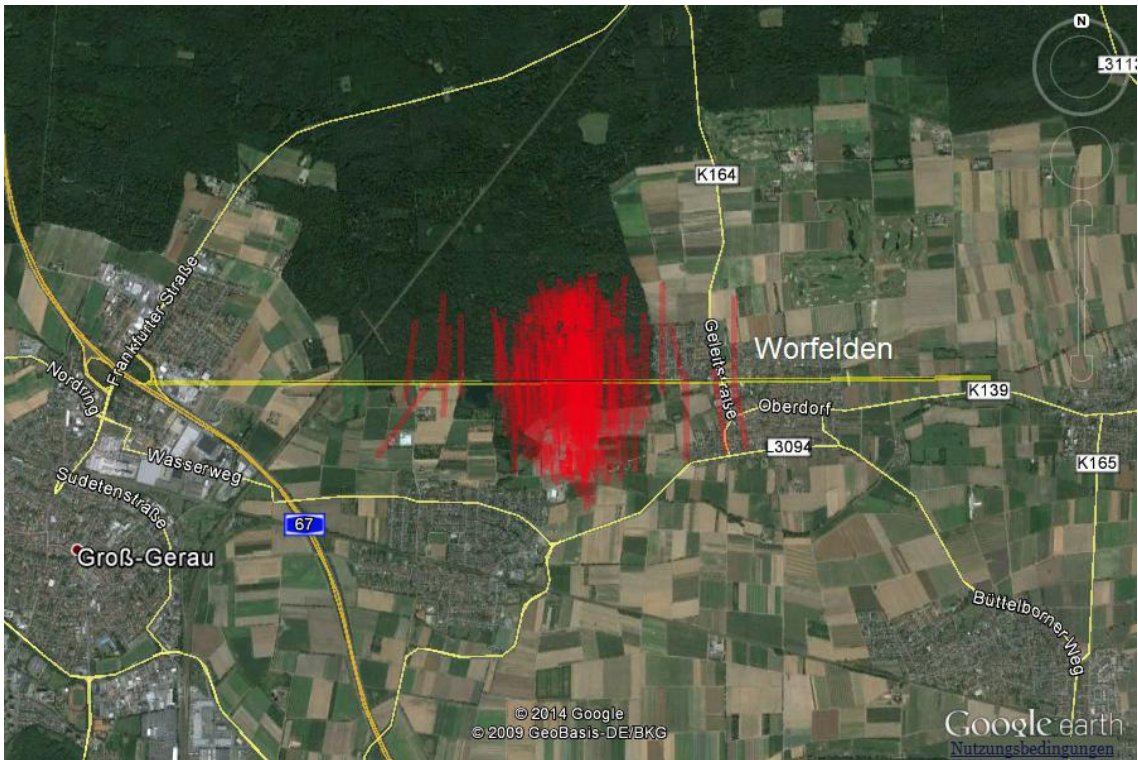


Abb. 5: Tor (180°) - Identifizierte Abflüge im Februar 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)

2.2 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
19.12.2013 10:00	19.12.2013 10:59	1 h	Wartungsarbeiten
31.12.2013 15:00	31.12.2013 23:59	9 h	Nachbarschaftslärm

2.3 Abflüge bei Betriebsrichtung 25 und 18 - Tor (118°)

2.3.1 Abflughöhen

Bei den Auswertungen der Abflughöhen sowie der Abflughöhenstaffelung 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]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel*
November ¹	1859	6476	3123	3097
Dezember	1856	8221	3224	3188
Januar	1840	8021	3255	3228
Februar ²	2036	7583	3296	3272

* 10%-getrimmtes Mittel ist der Durchschnitt der geordneten Flughöhen, die um 10% der kleinsten und 10% der größten Flughöhen gekürzt wurden.

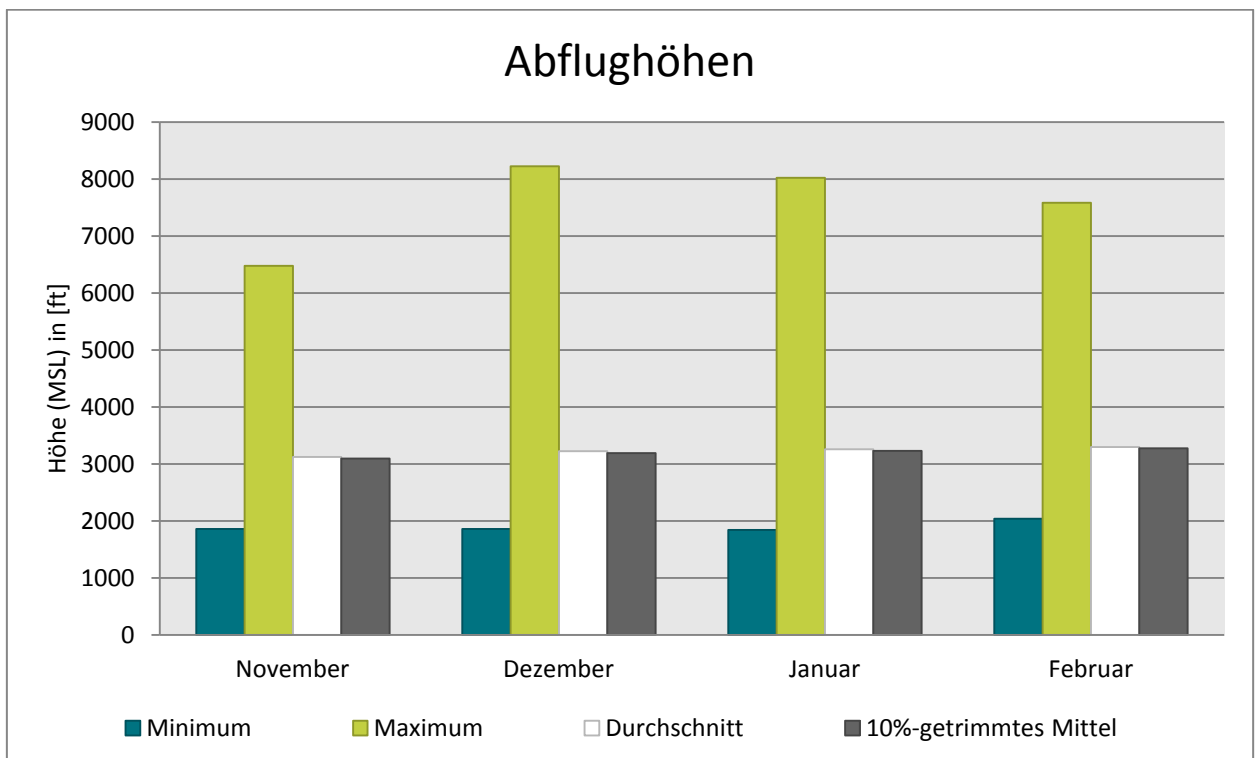


Abb. 6: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (118°)

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

2.3.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	November ¹	Dezember	Januar	Februar ²
< 2000 ft	3	2	4	0
von 2000 ft bis < 2500 ft	129	134	123	84
von 2500 ft bis < 3000 ft	808	896	837	598
von 3000 ft bis < 3500 ft	785	1140	1162	933
von 3500 ft bis < 4000 ft	318	528	542	553
von 4000 ft bis < 4500 ft	50	118	164	127
von 4500 ft bis < 5000 ft	16	27	40	29
von 5000 ft bis < 5500 ft	7	10	11	7
von 5500 ft bis < 6000 ft	7	10	4	7
von 6000 ft bis < 6500 ft	2	7	5	2
>= 6500 ft	0	6	3	2
Summe	2125	2878	2895	2342

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	November ¹	Dezember	Januar	Februar ²
< 2000 ft	0,14%	0,07%	0,14%	0,00%
von 2000 ft bis < 2500 ft	6,07%	4,66%	4,25%	3,59%
von 2500 ft bis < 3000 ft	38,02%	31,13%	28,91%	25,53%
von 3000 ft bis < 3500 ft	36,94%	39,61%	40,14%	39,84%
von 3500 ft bis < 4000 ft	14,96%	18,35%	18,72%	23,61%
von 4000 ft bis < 4500 ft	2,35%	4,10%	5,66%	5,42%
von 4500 ft bis < 5000 ft	0,75%	0,94%	1,38%	1,24%
von 5000 ft bis < 5500 ft	0,33%	0,35%	0,38%	0,30%
von 5500 ft bis < 6000 ft	0,33%	0,35%	0,14%	0,30%
von 6000 ft bis < 6500 ft	0,09%	0,24%	0,17%	0,09%
>= 6500 ft	0,00%	0,21%	0,10%	0,09%

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

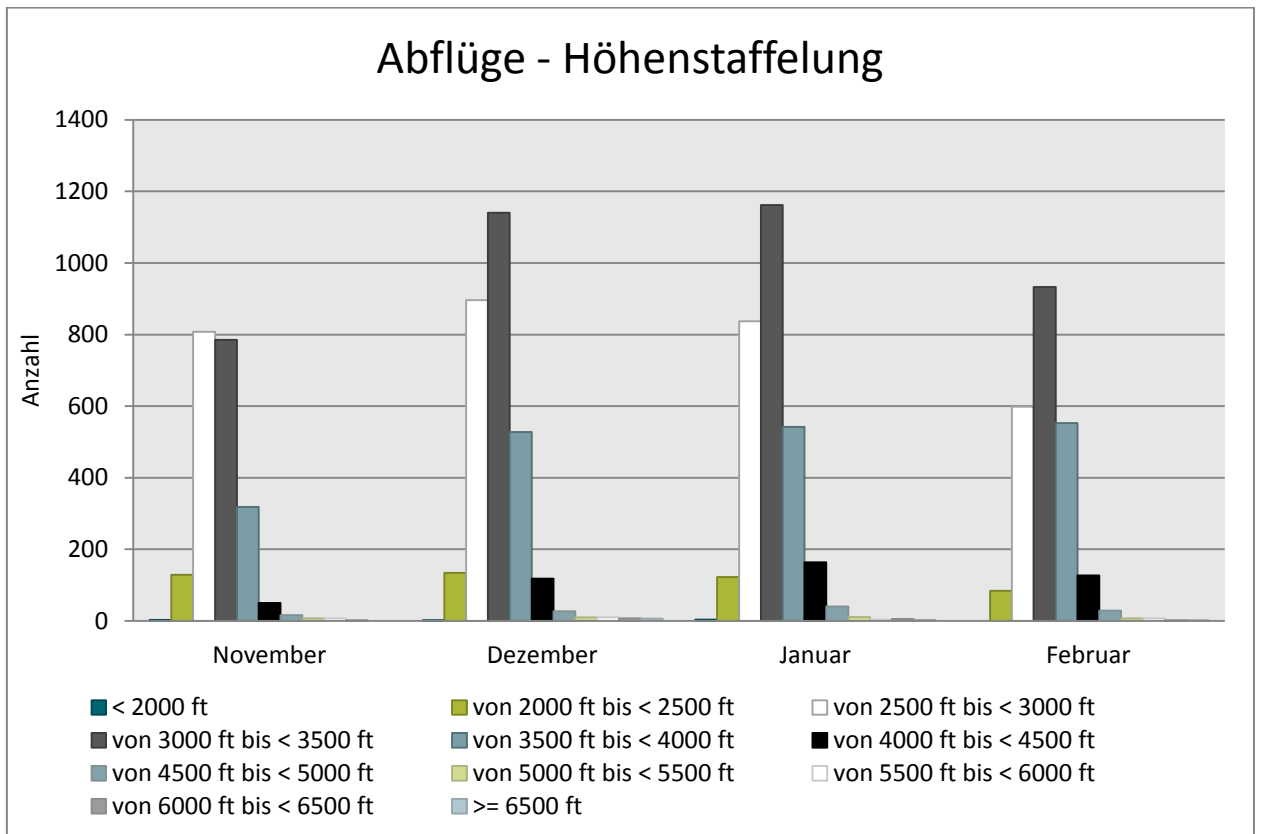


Abb. 7: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (118°)

2.4 Abflüge bei Betriebsrichtung 25 & 18 - Tor (180°)

2.4.1 Abflughöhen

Höhe (MSL) in [ft]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel
November ¹	1692	10315	3737	3673
Dezember	1764	9544	3857	3835
Januar	1748	8168	3901	3878
Februar ²	1869	8238	4052	4032

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

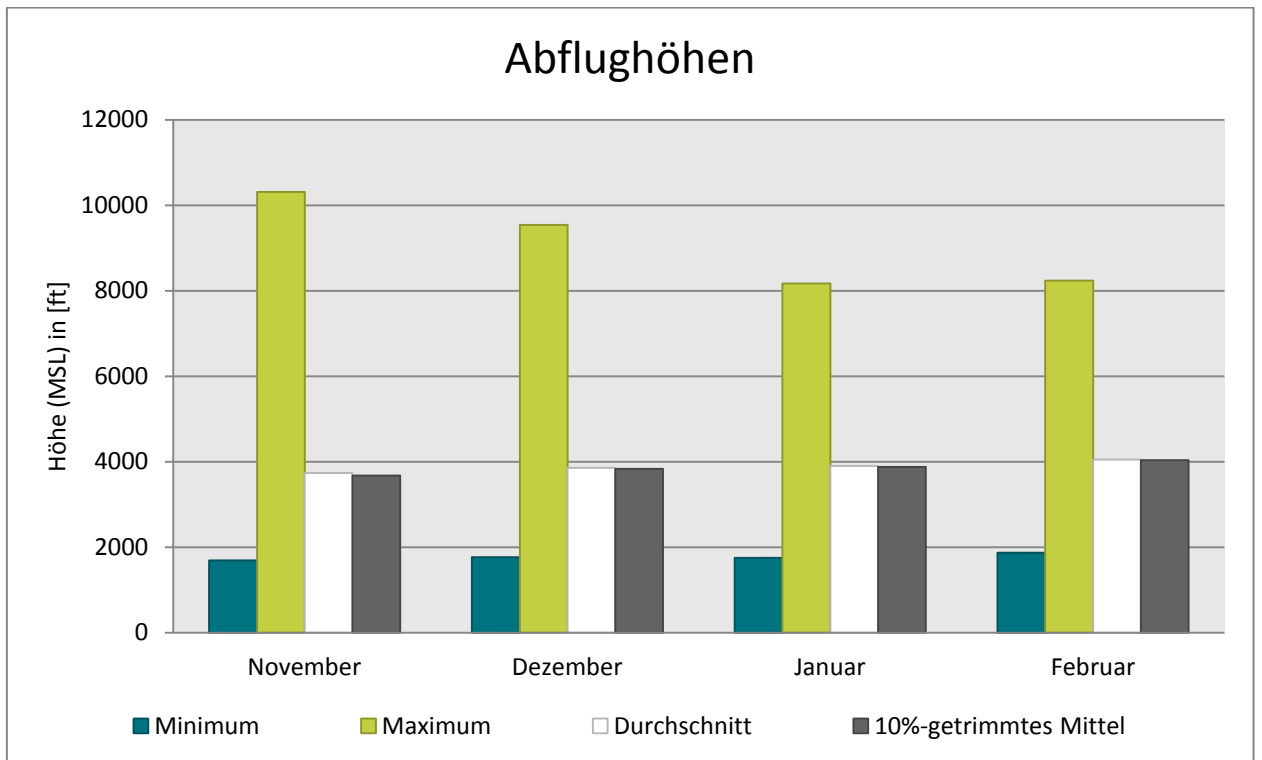


Abb. 8: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (180°)

2.4.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	November ¹	Dezember	Januar	Februar ²
< 2000 ft	45	25	16	11
von 2000 ft bis < 2500 ft	193	213	173	95
von 2500 ft bis < 3000 ft	375	341	274	190
von 3000 ft bis < 3500 ft	1061	928	916	525
von 3500 ft bis < 4000 ft	1186	1315	1464	1072
von 4000 ft bis < 4500 ft	690	1028	1111	979
von 4500 ft bis < 5000 ft	251	503	498	501
von 5000 ft bis < 5500 ft	84	200	197	209
von 5500 ft bis < 6000 ft	40	84	87	103
von 6000 ft bis < 6500 ft	38	28	33	54
>= 6500 ft	91	37	41	27
Summe	4054	4702	4810	3766

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	November ¹	Dezember	Januar	Februar ²
< 2000 ft	1,11%	0,53%	0,33%	0,29%
von 2000 ft bis < 2500 ft	4,76%	4,53%	3,60%	2,52%
von 2500 ft bis < 3000 ft	9,25%	7,25%	5,70%	5,05%
von 3000 ft bis < 3500 ft	26,17%	19,74%	19,04%	13,94%
von 3500 ft bis < 4000 ft	29,26%	27,97%	30,44%	28,47%
von 4000 ft bis < 4500 ft	17,02%	21,86%	23,10%	26,00%
von 4500 ft bis < 5000 ft	6,19%	10,70%	10,35%	13,30%
von 5000 ft bis < 5500 ft	2,07%	4,25%	4,10%	5,55%
von 5500 ft bis < 6000 ft	0,99%	1,79%	1,81%	2,73%
von 6000 ft bis < 6500 ft	0,94%	0,60%	0,69%	1,43%
>= 6500 ft	2,24%	0,79%	0,85%	0,72%

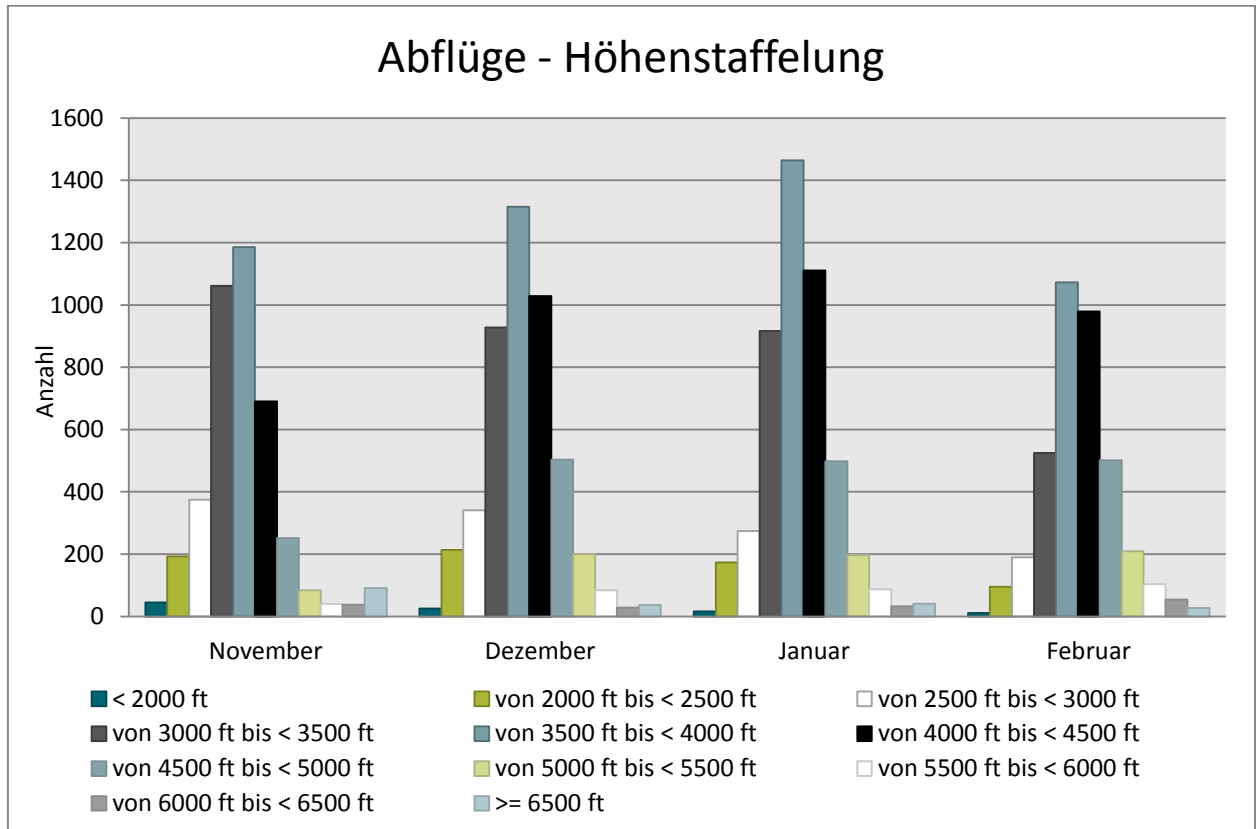


Abb. 9: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 & 18 – Tor (180°)

Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-261)



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	Tore (118° & 180°)
November ¹	5892	287	6179
Dezember	7190	390	7580
Januar	7322	383	7705
Februar ²	5798	310	6108

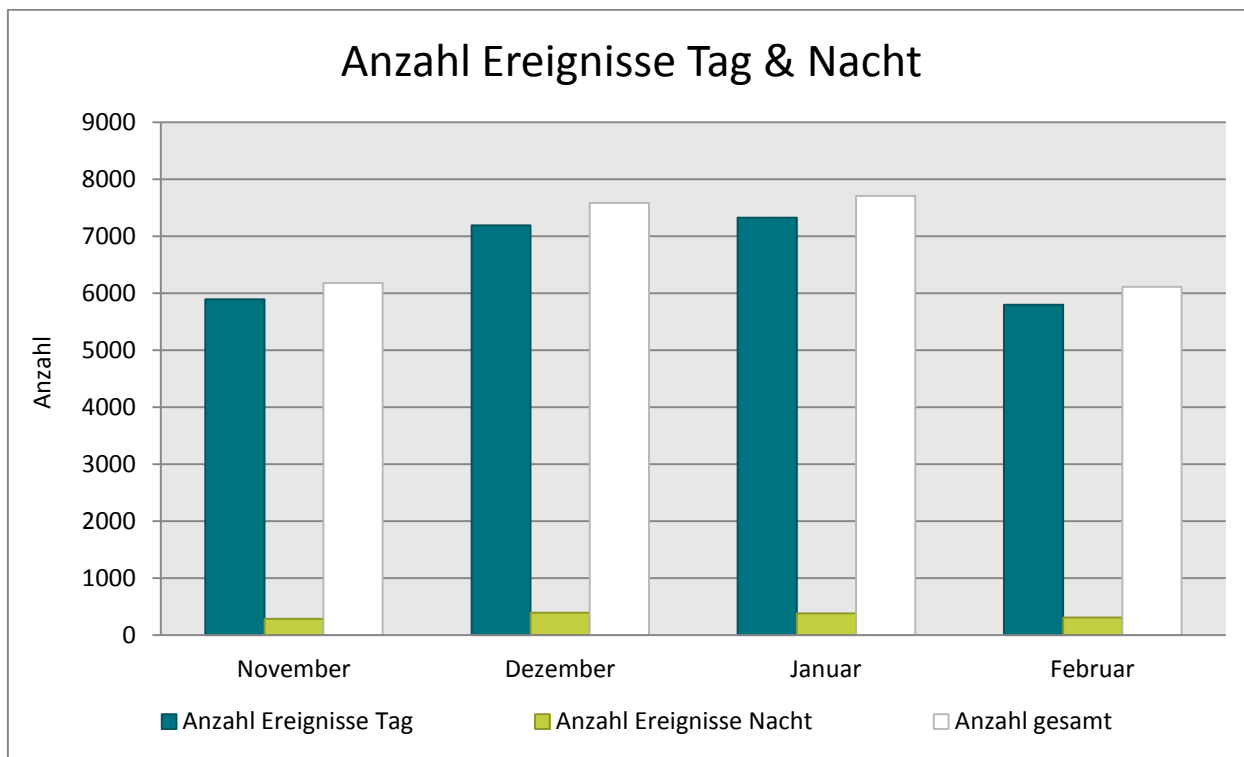


Abb. 10: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

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)
November ¹	623	1684	1872	1462	241	10
Dezember	659	2207	2439	1564	311	10
Januar	616	2281	2549	1638	233	5
Februar ²	324	1946	1961	1399	161	7

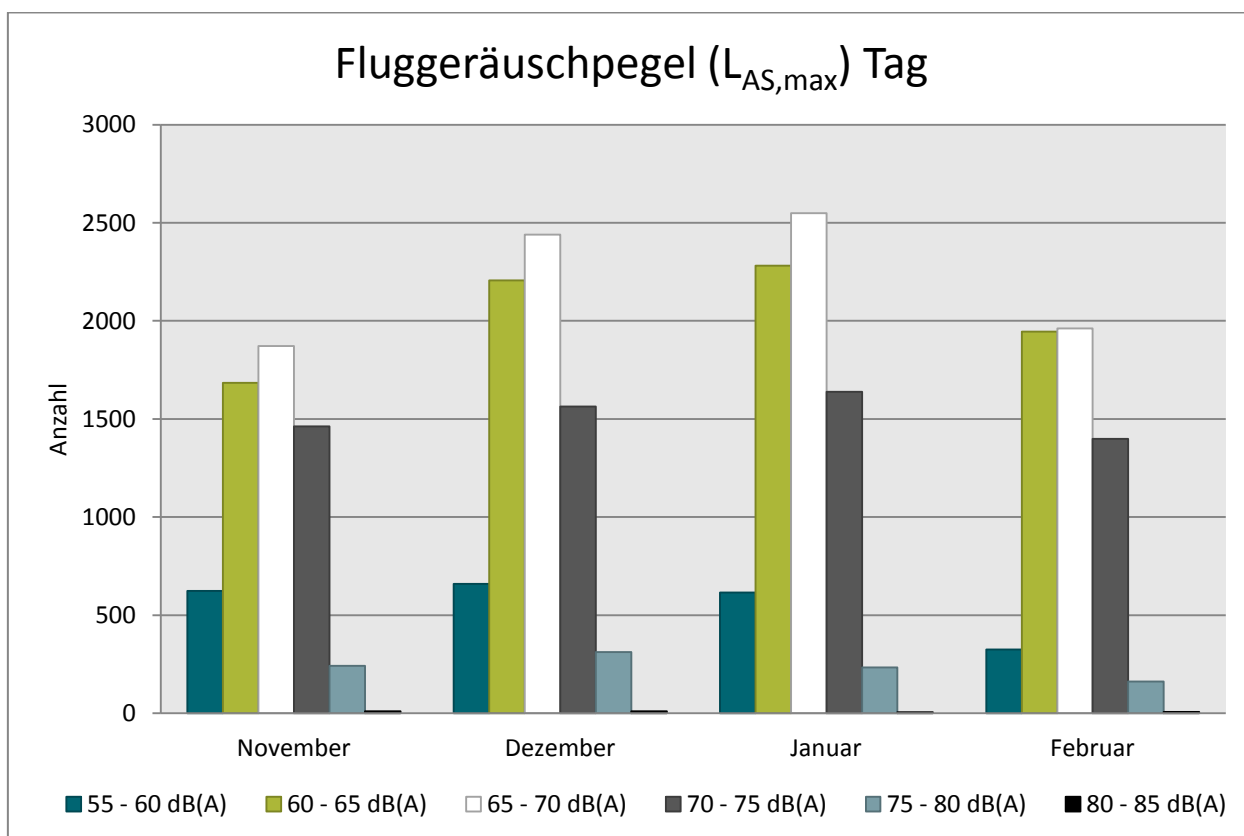


Abb. 11: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

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)
November ¹	40	90	50	44	49	14
Dezember	60	109	75	64	64	18
Januar	64	124	58	43	64	30
Februar ²	46	91	47	49	62	15

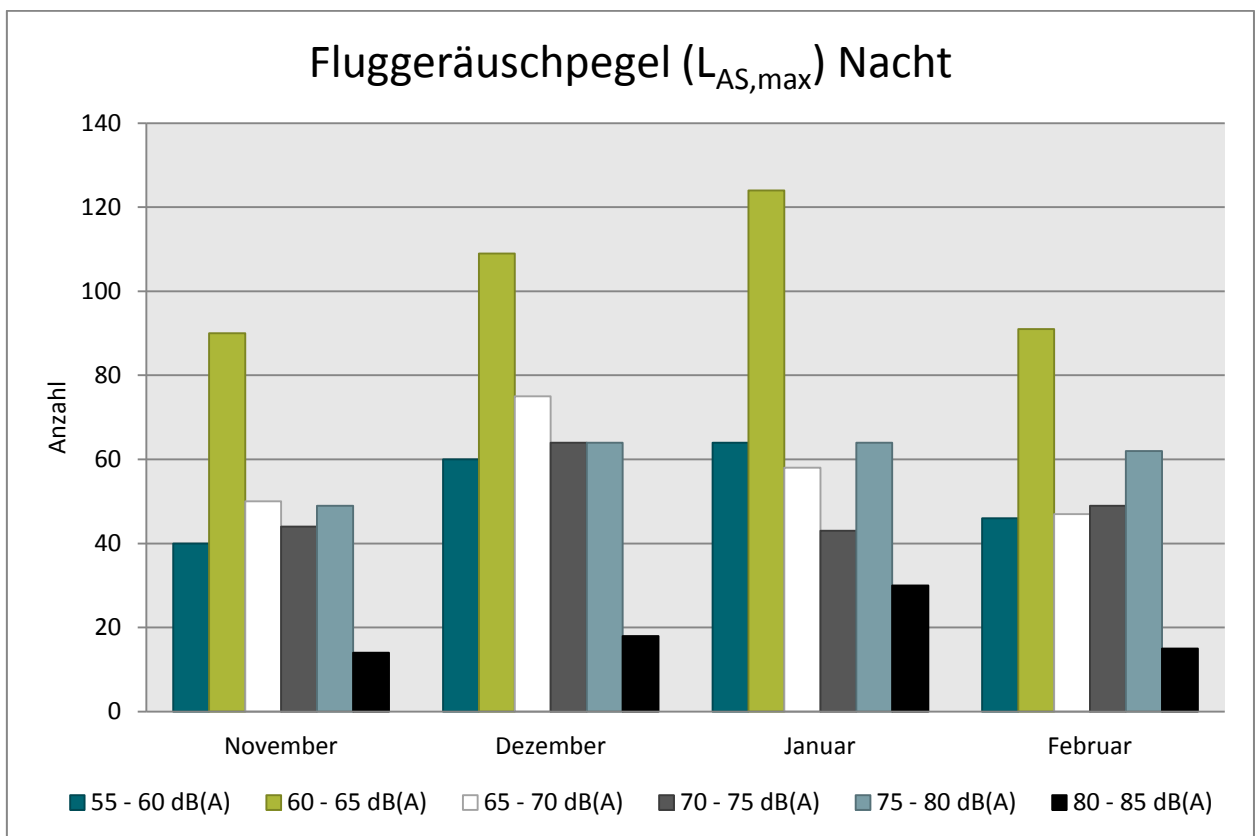


Abb. 12: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	$L_{DIN,T}$	$L_{DIN,N}$	NAT68*	NAT72	$L_{eq,T}$	$L_{eq,N}$	$L_{95,T}$	$L_{95,N}$
November ¹	56,5	49,8	130	86	58,1	52,6	44,8	39,6
Dezember	56,2	50,0	175	125	57,5	52,7	45,3	39,6
Januar	56,1	50,4	162	124	57,2	58,2	45,0	40,2
Februar ²	56,3	50,9	145	106	57,4	53,5	46,2	41,5

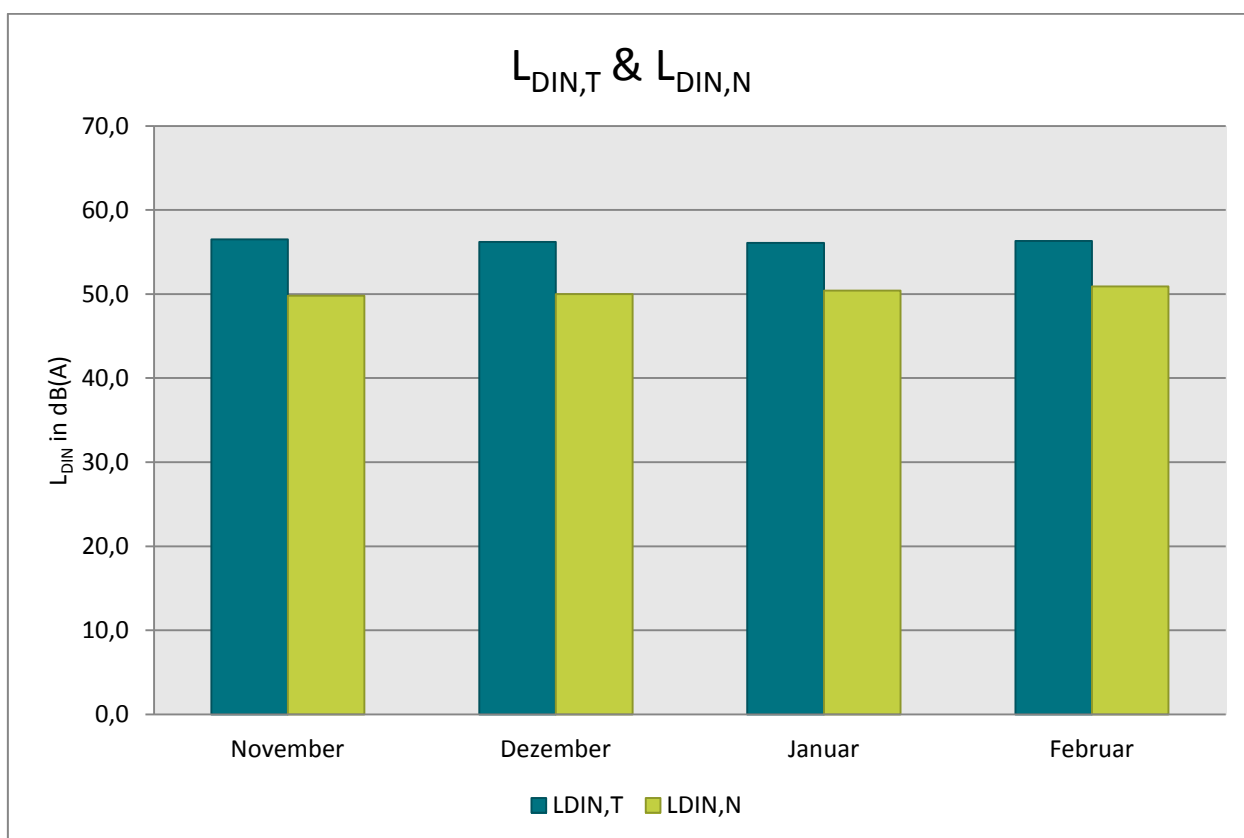


Abb. 13: L_{DIN} Tag und Nacht

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

¹ Daten verfügbar ab 06.11.2013 11:00 Uhr.

² Daten verfügbar bis 24.02.2014 10:00 Uhr.

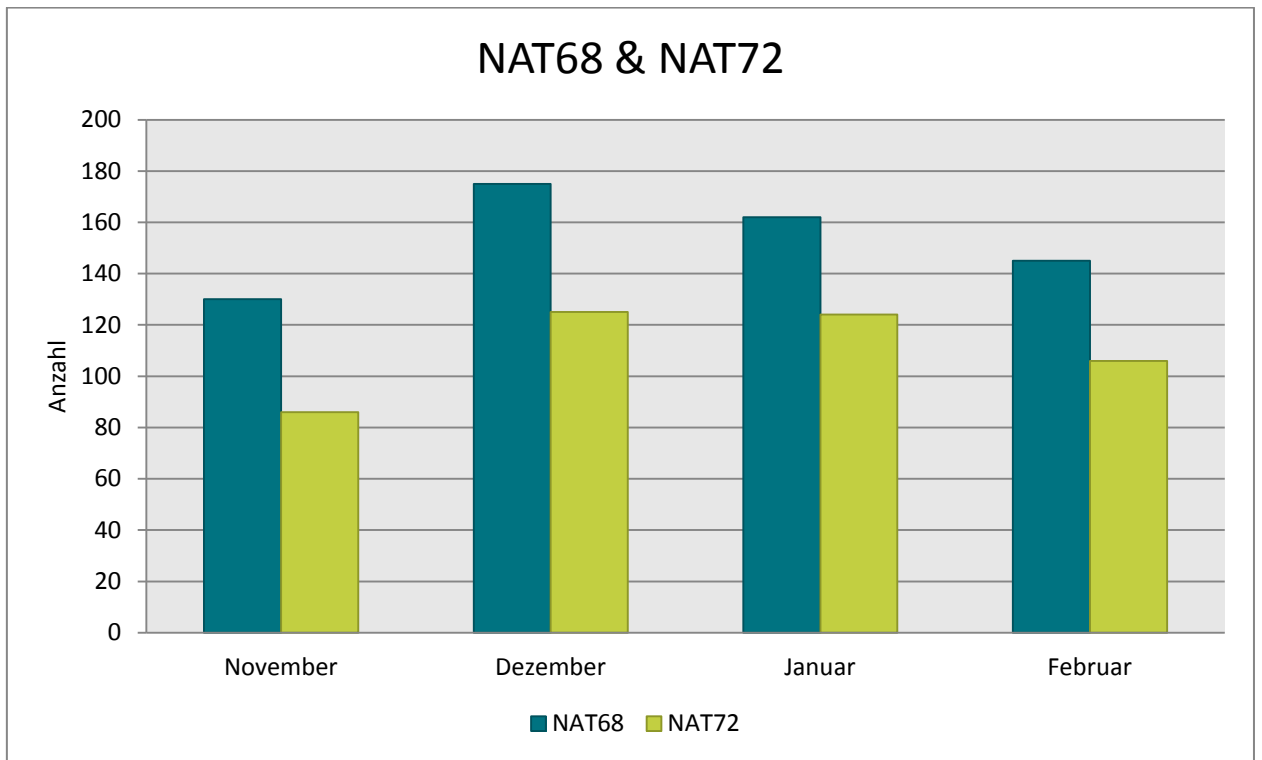


Abb. 14: NAT68 und NAT72

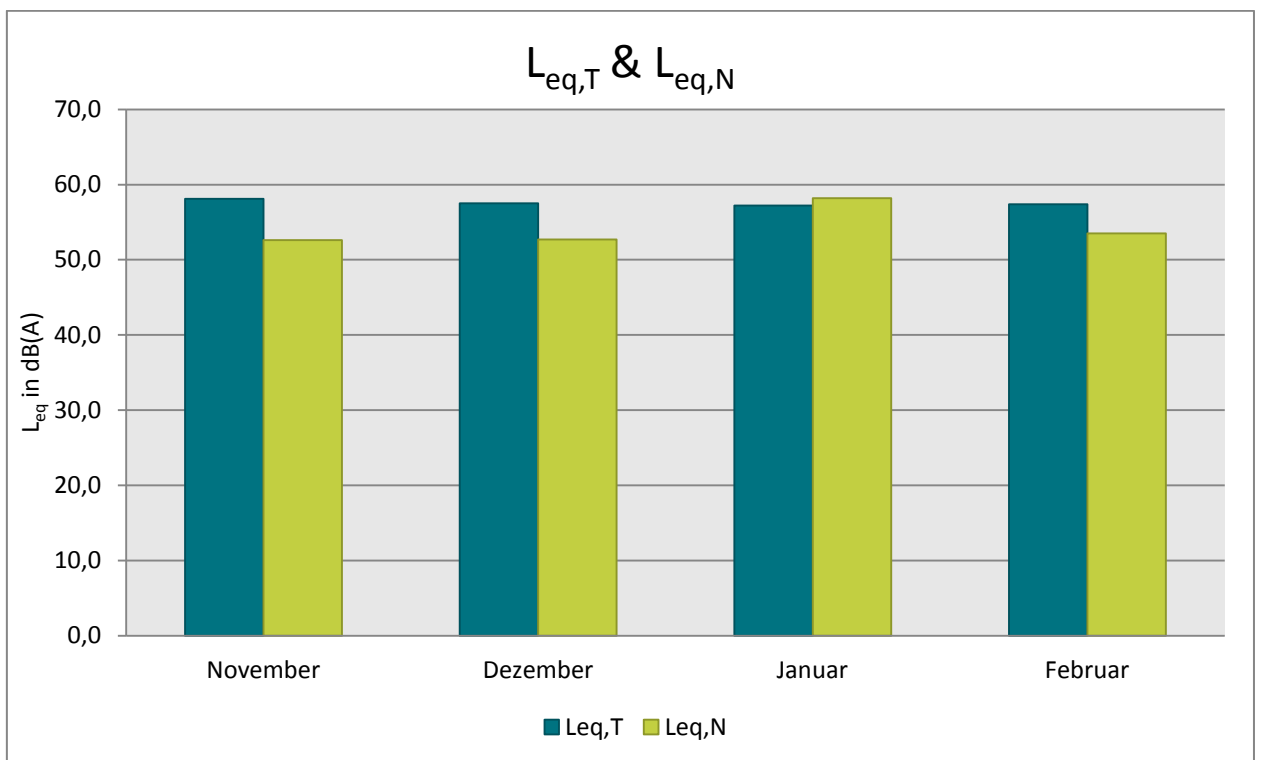


Abb. 15: L_{eq} Tag und Nacht

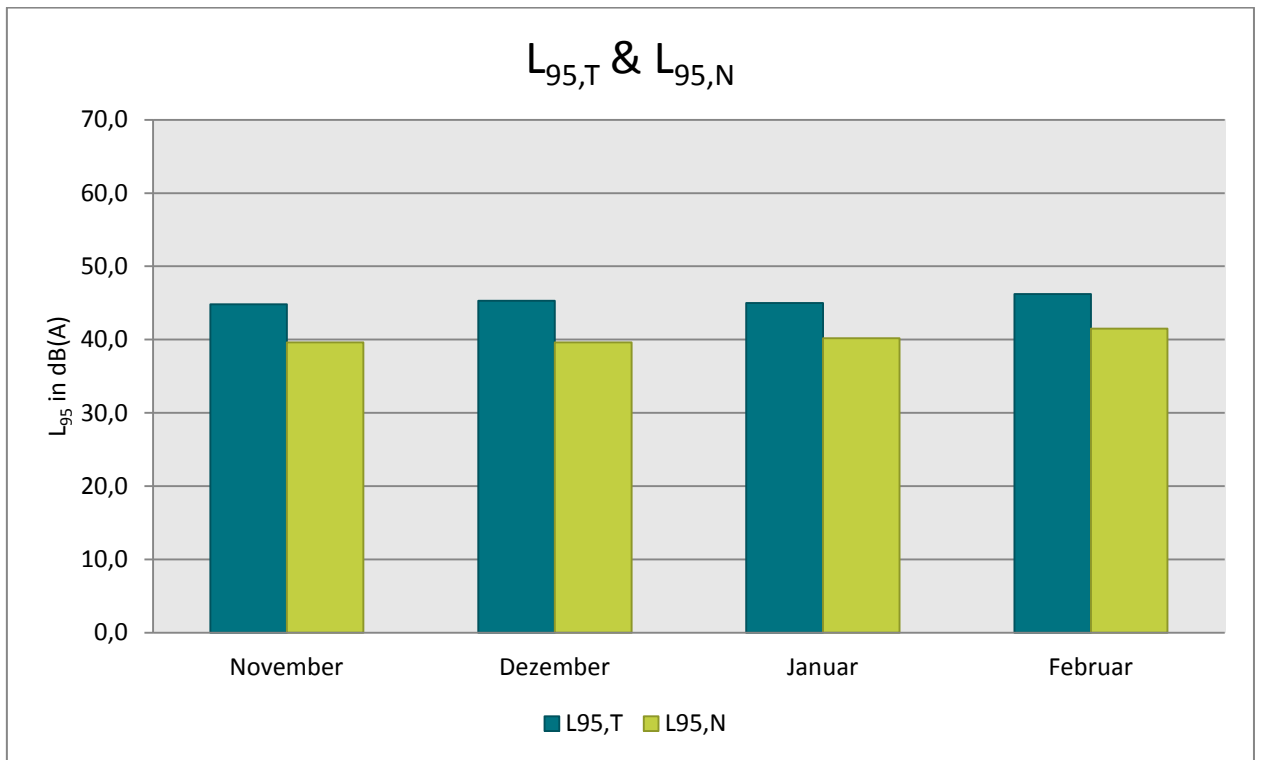


Abb. 16: L₉₅ Tag und Nacht

Herausgeber Forum Flughafen & Region | 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.

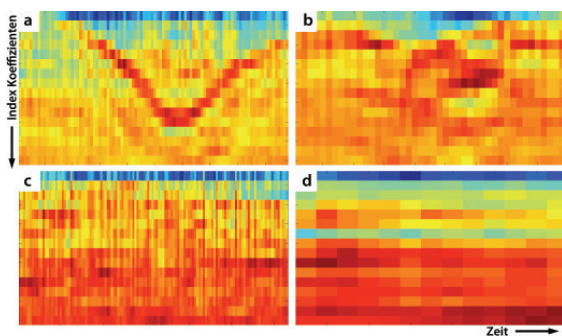


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

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.

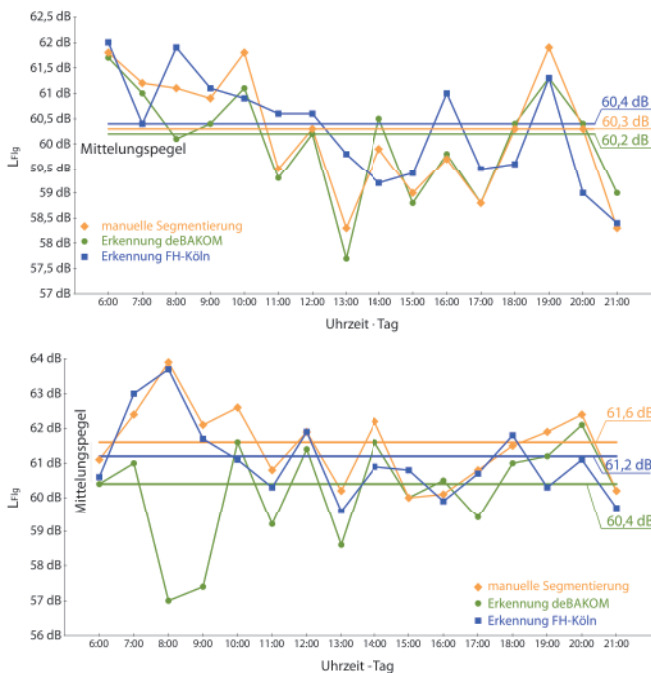


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

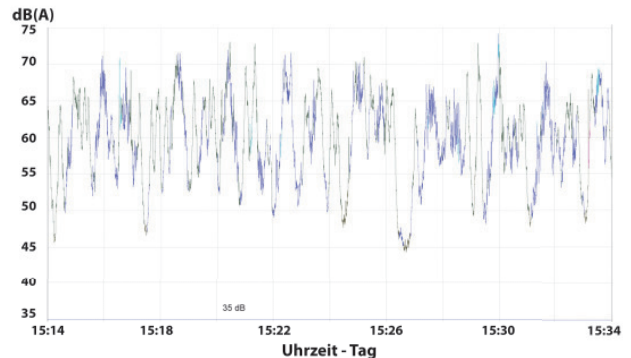
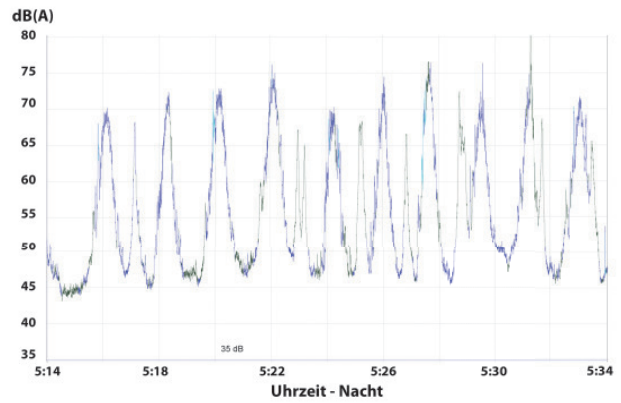


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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