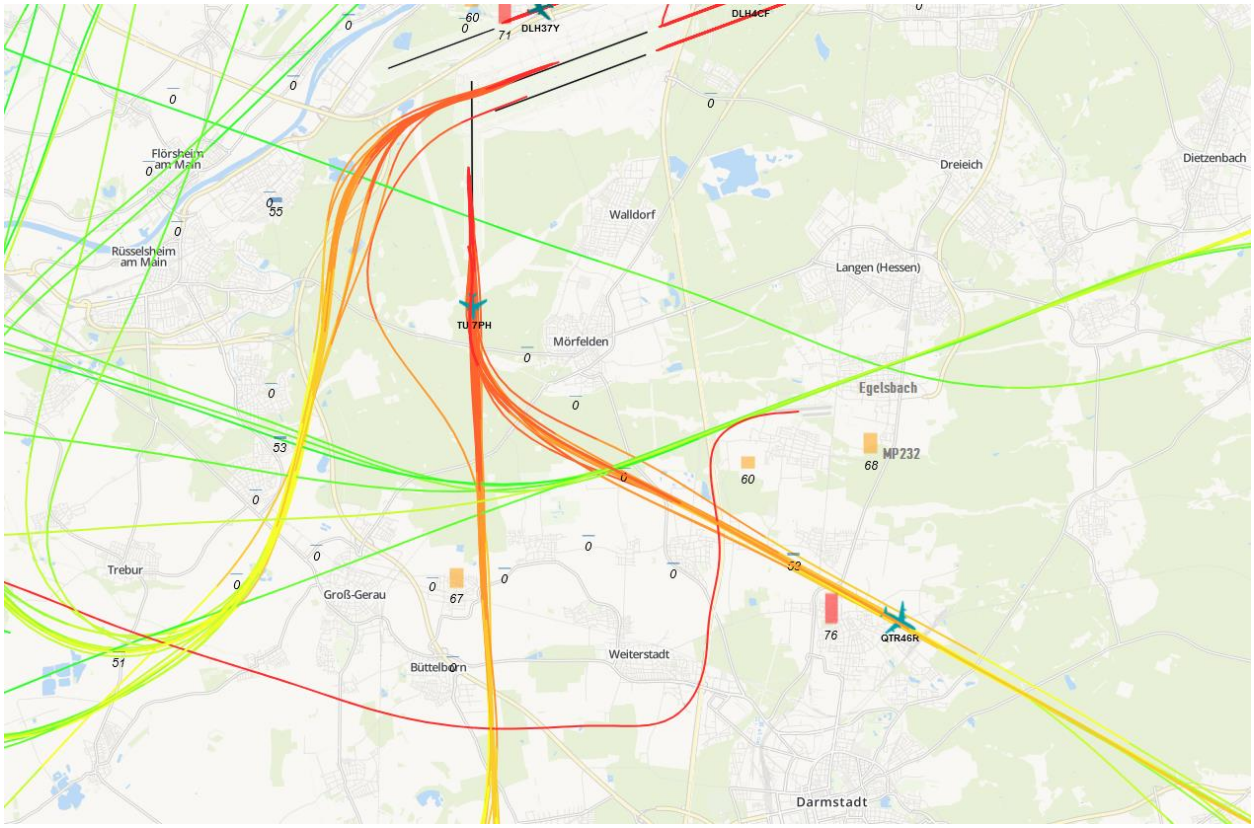
Umwelt- und Nachbarschaftshaus

# Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-232 in Egelsbach

**Berichtszeitraum: September 2023 – November 2023 | Stand 08.07.2024**



# 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. Starts 8
2.3 Ausfallzeiten 8
2.4 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 18 und 25 10

3 Fluggeräuschereignisse 13

4 Fluggeräuschpegel 14

4.1 Maximalpegelverteilung 14
4.2 Leq- und NAT-Auswertung 16
4.3 Jahresübersicht 2023 19


# Anlagen


Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-232 (Quelle: Google Earth) ..... 5
Abb. 2: BR18 & BR25 - Identifizierte Abflüge im November 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps) ..... 7
Abb. 3: BR18 & BR25 - Identifizierte Abflüge im November 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps). 8
Abb. 4: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 18 und 25 ..... 11
Abb. 5: Anzahl Fluggeräuschereignisse (Tag und Nacht) ..... 13
Abb. 6: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch) ..... 14
Abb. 7: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch) ..... 15
Abb. 8: $L_{DIN}$ Tag und Nacht ..... 16
Abb. 9: NAT68 und NAT72 ..... 17
Abb. 10: $L_{eq}$ Tag und Nacht ..... 17
Abb. 11: $L_{95}$ Tag und Nacht ..... 18

# 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 eines kommunalen Grundstückes in Egelsbach wurde am 29. August 2023 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-232) lauten: 32 U 476396;5533409 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 10 m über Grund.

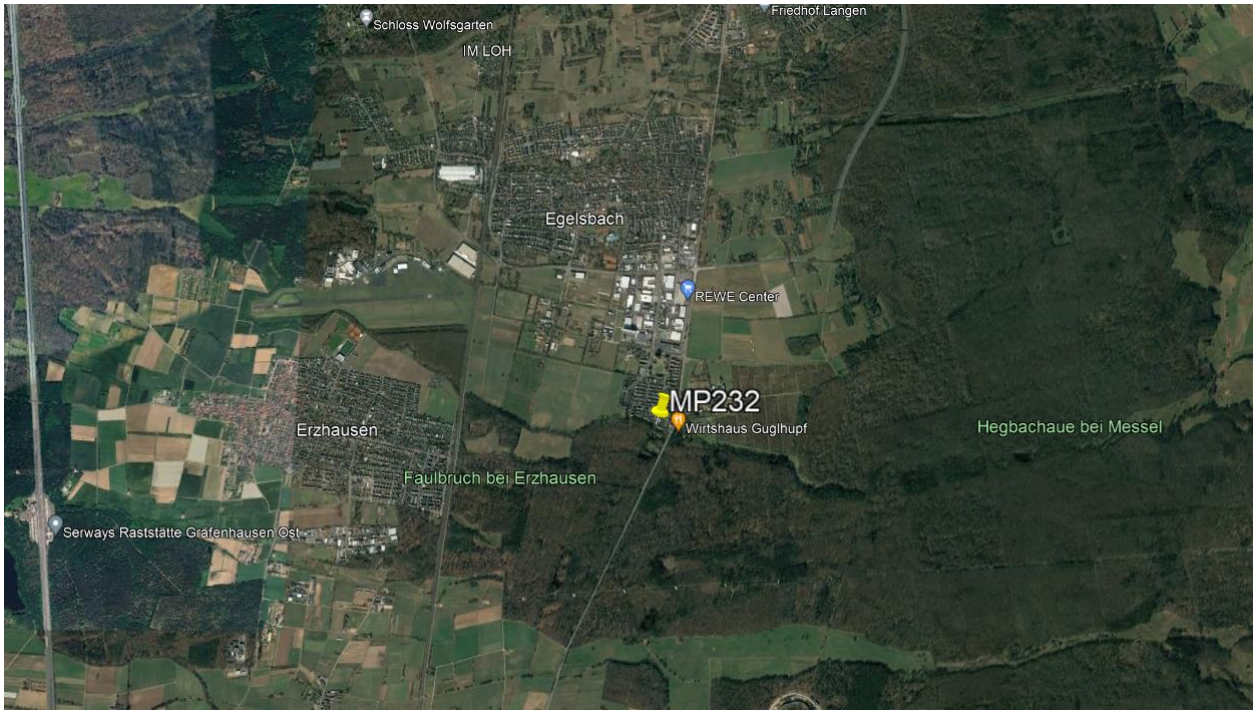



Abb. 1: Standort der Messstation MP-232 (Quelle: Google Earth)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. September 2023 bis zum 30. November 2023.

# Auswertung der Überflüge über Egelsbach

# 2 Überflughöhen

## 2.1 Auswertungsmethode und Erfassungsrate

Der Auswertebereich für die Überflüge über dem MP-232 hat folgende Ausdehnungsmaße:

**- Abflüge (BR18 und BR25):** Rechts 4500 m (2,4 NM) und links 1 m von der Station entfernt; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 118°.

| | Anzahl der Flüge durch das o.g. Tor | Anzahl der erfassten Fluggeräuschereignisse | Prozentualer Anteil der erfassten Fluggeräuschereignisse |
|---|---|---|---|
| Abflüge (BR18 & BR25) | 14874 | 1772 | 11,91% |

Zur Übersicht werden die Abbildungen des „Durchflugtors“ im November 2023 für BR18 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.

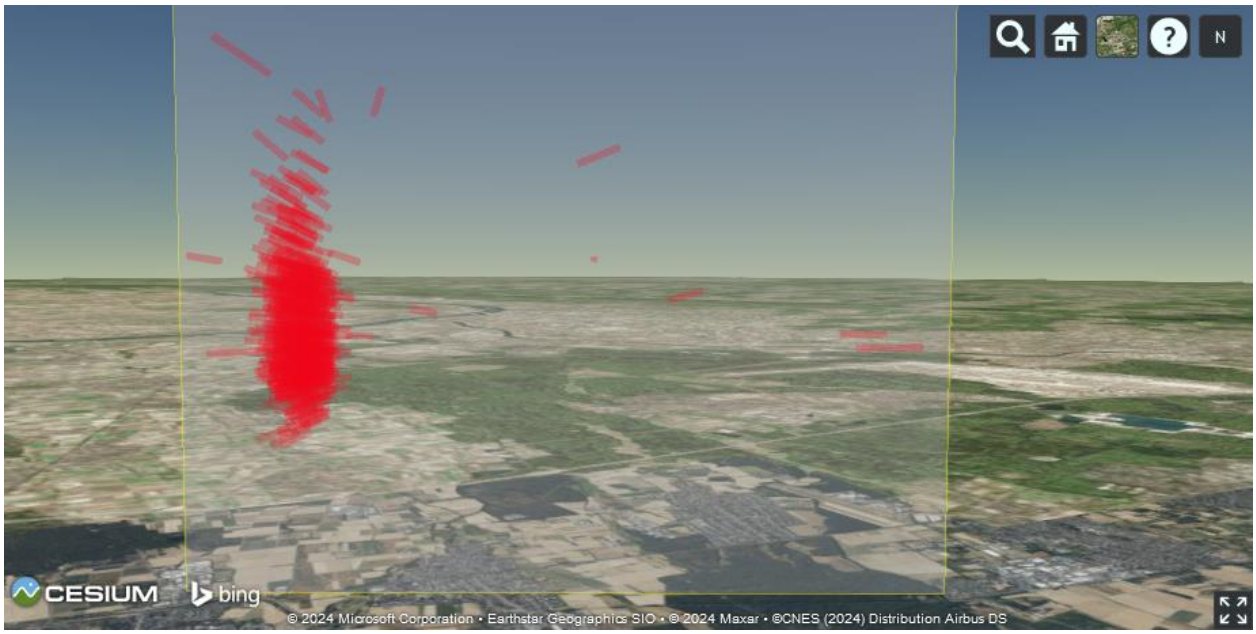



Abb. 2: BR18 & BR25 - Identifizierte Abflüge im November 2023, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

Abb. 3: BR18 & BR25 - Identifizierte Abflüge im November 2023, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

## 2.2 Bahnnutzung bzgl. Starts

| | BR07 | | BR18 | BR25 | | Monatlicher Durchschnitt | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bahnnutzung in [%] | RWY 07R | RWY 07C | RWY 18 | RWY 25C | RWY 25L | BR07 | BR18 | BR25 |
| September | 0,47% | 24,29% | 58,55% | 15,96% | 0,73% | 24,76% | 58,55% | 16,69% |
| Oktober | 0,07% | 7,92% | 63,16% | 27,38% | 1,46% | 7,99% | 63,16% | 28,85% |
| November | 0,06% | 4,39% | 63,14% | 32,03% | 0,37% | 4,46% | 63,14% | 32,41% |

## 2.3 Ausfallzeiten

| Beginn | Ende | Ausfallzeit in Std. | Ausfallgrund |
|---|---|---|---|
| 08.09.2023 07:00 | 08.09.2023 07:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 09.09.2023 17:00 | 09.09.2023 18:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 11.09.2023 05:00 | 11.09.2023 08:59 | 4 h | Windgeschwindigkeit |
| 12.09.2023 19:00 | 12.09.2023 20:59 | 2 h | Gewitter |
| 13.09.2023 17:00 | 14.09.2023 00:59 | 8 h | Windgeschwindigkeit |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14.09.2023 09:00 | 14.09.2023 12:59 | 4 h | Nachbarschaftslärm |
| 14.09.2023 15:00 | 14.09.2023 16:59 | 2 h | Windgeschwindigkeit |
| 15.09.2023 06:00 | 15.09.2023 08:59 | 3 h | Windgeschwindigkeit |
| 19.09.2023 11:00 | 21.09.2023 17:59 | 55 h | Wartungs- und Zertifizierungsarbeiten |
| 21.09.2023 21:00 | 21.09.2023 21:59 | 1 h | Windgeschwindigkeit |
| 22.09.2023 19:00 | 22.09.2023 19:59 | 1 h | Gewitter |
| 24.09.2023 03:00 | 24.09.2023 09:59 | 7 h | Windgeschwindigkeit |
| 25.09.2023 05:00 | 25.09.2023 08:59 | 4 h | Windgeschwindigkeit |
| 25.09.2023 15:00 | 25.09.2023 16:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 26.09.2023 13:00 | 26.09.2023 13:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 27.09.2023 02:00 | 27.09.2023 08:59 | 7 h | Windgeschwindigkeit |
| 28.09.2023 05:00 | 28.09.2023 08:59 | 4 h | Windgeschwindigkeit |
| 29.09.2023 15:00 | 29.09.2023 16:59 | 2 h | Windgeschwindigkeit |
| 29.09.2023 22:00 | 29.09.2023 23:59 | 2 h | Windgeschwindigkeit |
| 30.09.2023 19:00 | 30.09.2023 19:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 01.10.2023 04:00 | 01.10.2023 08:59 | 5 h | Windgeschwindigkeit |
| 02.10.2023 07:00 | 02.10.2023 08:59 | 2 h | Windgeschwindigkeit |
| 03.10.2023 03:00 | 03.10.2023 07:59 | 5 h | Windgeschwindigkeit |
| 04.10.2023 07:00 | 04.10.2023 08:59 | 2 h | Windgeschwindigkeit |
| 04.10.2023 16:00 | 04.10.2023 16:29 | 0,5 h | Technische Störung |
| 04.10.2023 18:00 | 04.10.2023 18:59 | 1 h | Technische Störung |
| 05.10.2023 03:00 | 05.10.2023 08:59 | 6 h | Windgeschwindigkeit |
| 06.10.2023 01:00 | 06.10.2023 08:59 | 8 h | Windgeschwindigkeit |
| 07.10.2023 04:00 | 07.10.2023 06:59 | 3 h | Windgeschwindigkeit |
| 09.10.2023 14:00 | 09.10.2023 16:59 | 3 h | Nachbarschaftslärm |
| 10.10.2023 15:00 | 10.10.2023 17:59 | 3 h | Nachbarschaftslärm |
| 14.10.2023 05:00 | 14.10.2023 17:59 | 13 h | Windgeschwindigkeit |
| 15.10.2023 12:00 | 15.10.2023 14:59 | 3 h | Windgeschwindigkeit |
| 16.10.2023 01:00 | 16.10.2023 05:59 | 5 h | Windgeschwindigkeit |
| 16.10.2023 08:00 | 16.10.2023 10:59 | 3 h | Nachbarschaftslärm |
| 16.10.2023 13:00 | 16.10.2023 14:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 17.10.2023 08:00 | 17.10.2023 17:59 | 10 h | Nachbarschaftslärm |
| 20.10.2023 16:00 | 20.10.2023 17:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 23.10.2023 04:00 | 23.10.2023 08:59 | 5 h | Windgeschwindigkeit |
| 23.10.2023 13:00 | 23.10.2023 14:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 26.10.2023 13:00 | 26.10.2023 13:59 | 1 h | Technische Störung |
| 29.10.2023 02:00 | 29.10.2023 02:19 | 0,33 h | Technische Störung |
| 30.10.2023 16:00 | 30.10.2023 17:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |
| 02.11.2023 11:00 | 02.11.2023 16:59 | 6 h | Windgeschwindigkeit |
| 03.11.2023 14:00 | 03.11.2023 15:59 | 2 h | Nachbarschaftslärm |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 04.11.2023 03:00 | 04.11.2023 03:29 | 0,5 h | Technische Störung |
| 08.11.2023 09:00 | 08.11.2023 16:59 | 8 h | Nachbarschaftslärm |
| 09.11.2023 12:00 | 09.11.2023 12:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 11.11.2023 03:00 | 11.11.2023 03:59 | 1 h | Technische Störung |
| 13.11.2023 14:00 | 13.11.2023 14:14 | 0,25 h | Technische Störung |
| 18.11.2023 13:00 | 18.11.2023 13:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 21.11.2023 13:00 | 21.11.2023 16:59 | 4 h | Windgeschwindigkeit |
| 21.11.2023 20:00 | 21.11.2023 23:59 | 4 h | Windgeschwindigkeit |
| 23.11.2023 10:00 | 23.11.2023 10:59 | 1 h | Nachbarschaftslärm |
| 24.11.2023 03:00 | 24.11.2023 03:59 | 1 h | Windgeschwindigkeit |
| 24.11.2023 13:00 | 24.11.2023 15:59 | 3 h | Windgeschwindigkeit |
| 25.11.2023 00:00 | 25.11.2023 00:59 | 1 h | Windgeschwindigkeit |
| 27.11.2023 22:00 | 28.11.2023 16:59 | 19 h | Windgeschwindigkeit |
| 29.11.2023 22:00 | 29.11.2023 23:09 | 1,17 h | Technische Störung |

## 2.4 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 18 und 25

Bei den Auswertungen der Abflughöhen wurden nur Flüge betrachtet, die durch das o.a. „Durchflugtor" geflogen sind, die o.g. Prüfkriterien 1 bis 3 erfüllt haben und am Frankfurter Flughafen (EDDF) gestartet sind.

| Höhe (MSL) in [ft] bei BR18 & BR25 | | September | Oktober | November |
|---|---|---|---|---|
| Mittelwert | | 4727 | 5007 | 5074 |
| Standardfehler des Mittelwerts | | 40 | 36 | 39 |
| 95% Konfidenzintervall des Mittelwerts | Untergrenze | 4649 | 4936 | 4998 |
| | Obergrenze | 4806 | 5078 | 5150 |
| 5% getrimmtes Mittel | | 4680 | 4944 | 5033 |
| Median | | 4623 | 4864 | 4965 |
| Varianz | | 613705 | 971587 | 985014 |
| Standardabweichung | | 783 | 986 | 992 |
| Minimum | | 2987 | 3007 | 2799 |
| Maximum | | 8603 | 9898 | 8558 |
| Spannweite | | 5616 | 6890 | 5759 |
| Interquartilbereich | | 843 | 1123 | 1367 |
| Schiefe | | 1,17 | 1,20 | 0,65 |
| Kurtosis | | 3,04 | 2,65 | 0,40 |
| Anzahl Ereignisse: | | **383** | **737** | **652** |

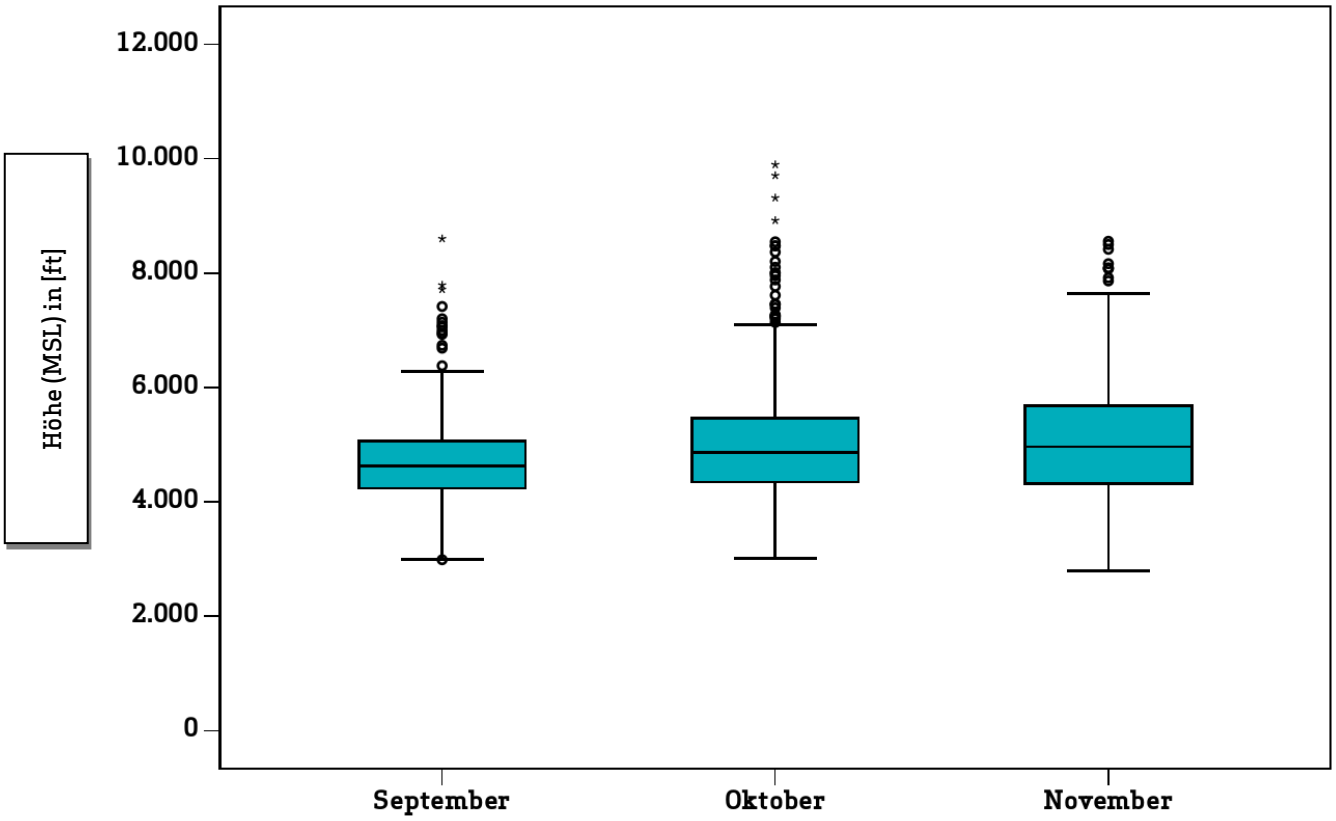



Abb. 4: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 18 und 25

# Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-232)

# 3 Fluggeräuschereignisse

„Ereignisse“ sind die von der Software der Station als Fluggeräuschereignis 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 Fluggeräuschereignisse (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 | BR18 & BR25 |
| September | 344 | 39 | 383 |
| Oktober | 626 | 111 | 737 |
| November | 569 | 83 | 652 |

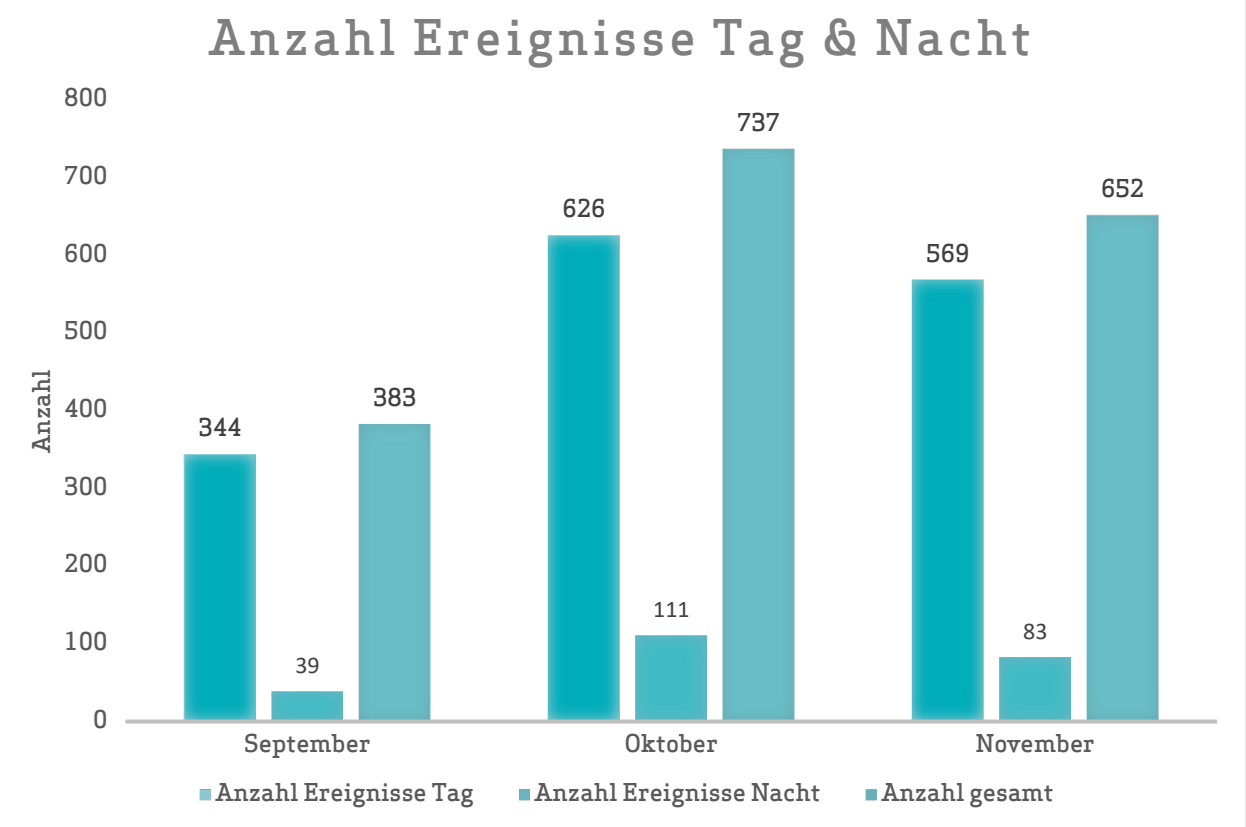



Abb. 5: Anzahl Fluggeräuschereignisse (Tag und Nacht)

# 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) |
|---|---|---|---|---|
| September | 280 | 60 | 4 | 0 |
| Oktober | 504 | 111 | 9 | 2 |
| November | 370 | 178 | 20 | 1 |

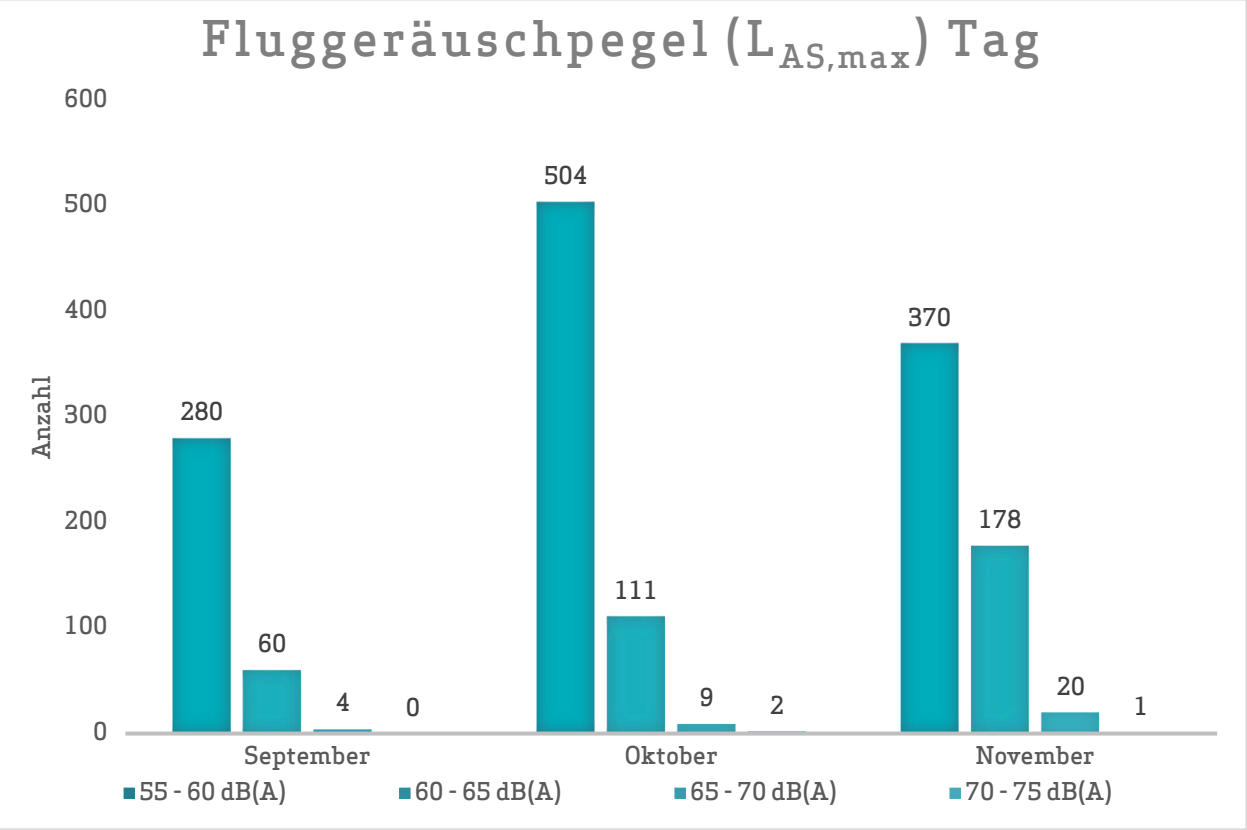



Abb. 6: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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) |
|---|---|---|---|---|
| September | 36 | 3 | 0 | 0 |
| Oktober | 95 | 16 | 0 | 0 |
| November | 71 | 11 | 1 | 0 |

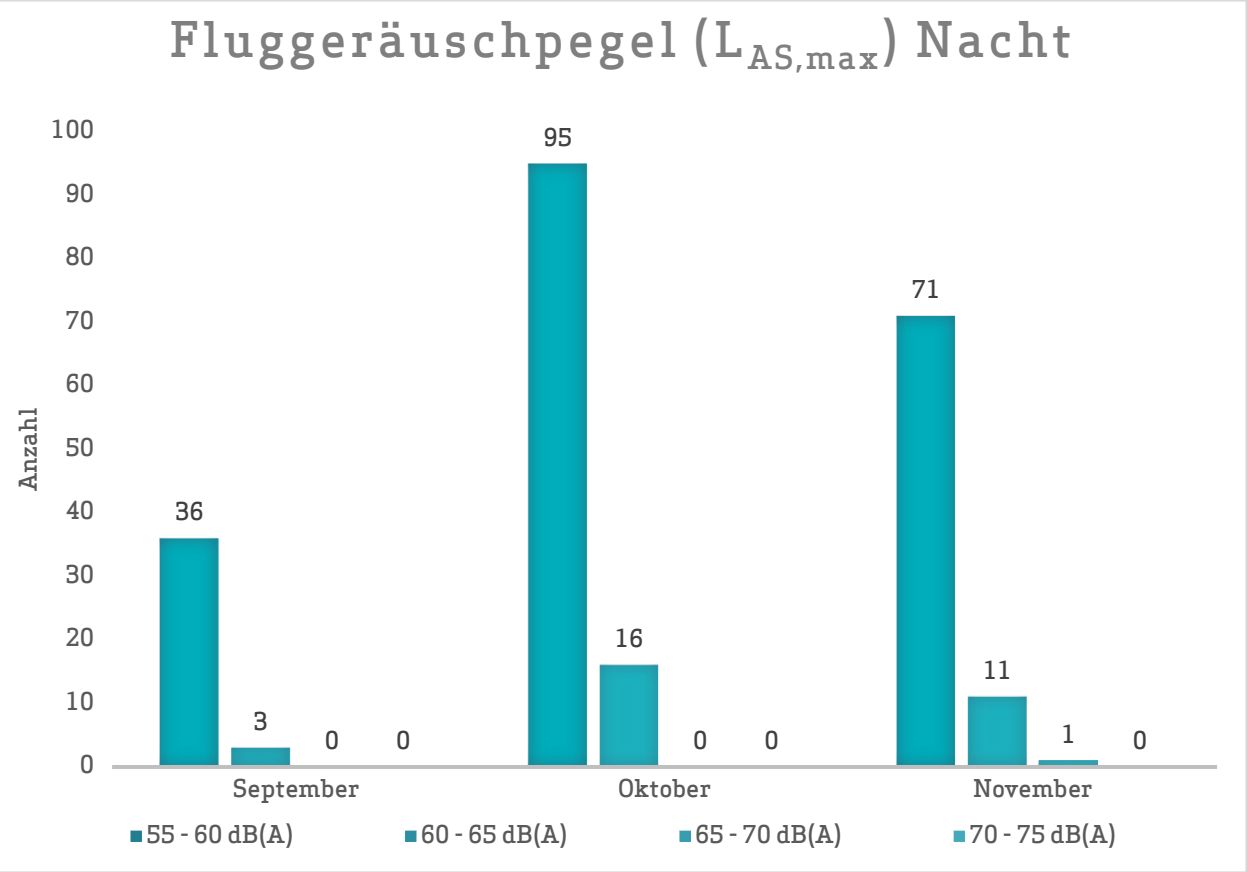



Abb. 7: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

## 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 | 33,0 | 26,3 | 0 | 0 | 51,3 | 44,8 | 44,7 | 37,1 |
| Oktober | 35,8 | 30,5 | 0 | 0 | 53,9 | 45,7 | 46,4 | 38,5 |
| November | 36,2 | 29,3 | 0 | 0 | 53,0 | 47,3 | 47,8 | 41,2 |

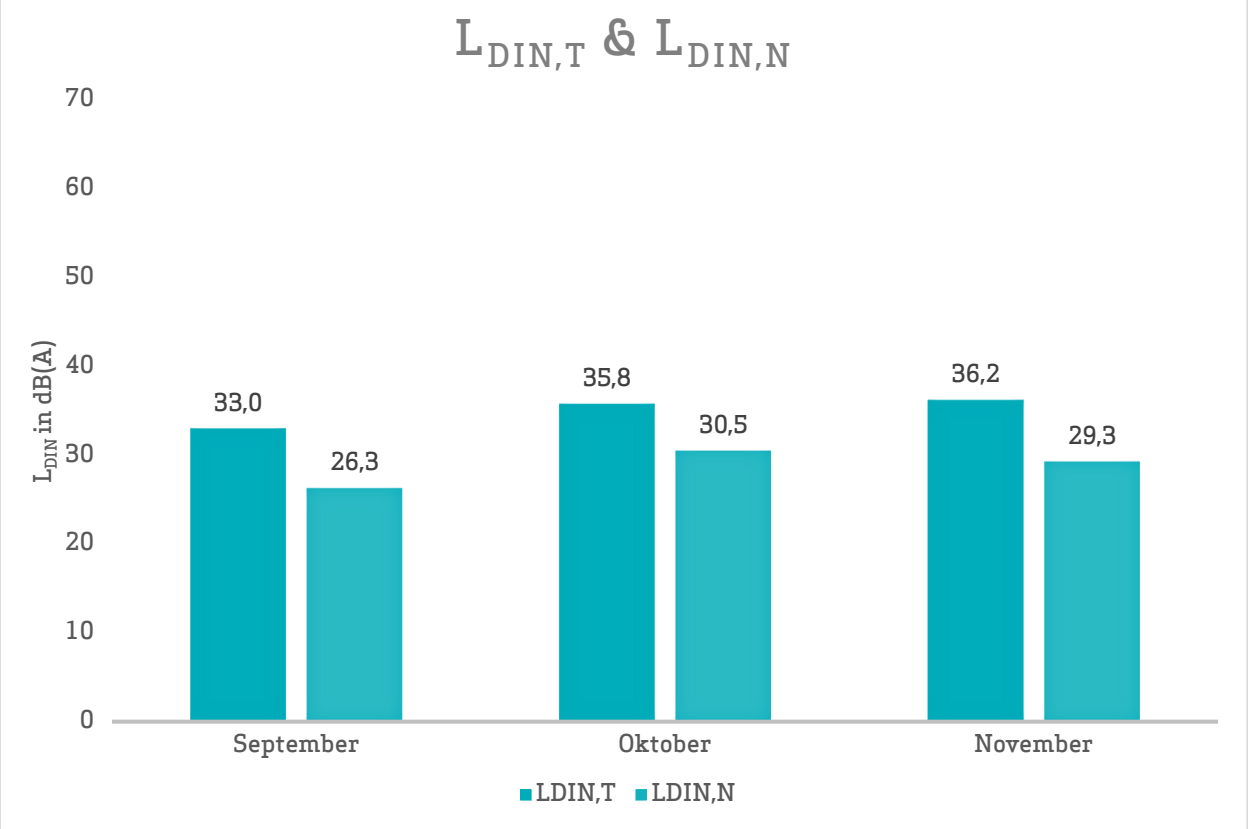



Abb. 8: $L_{DIN}$ Tag und Nacht

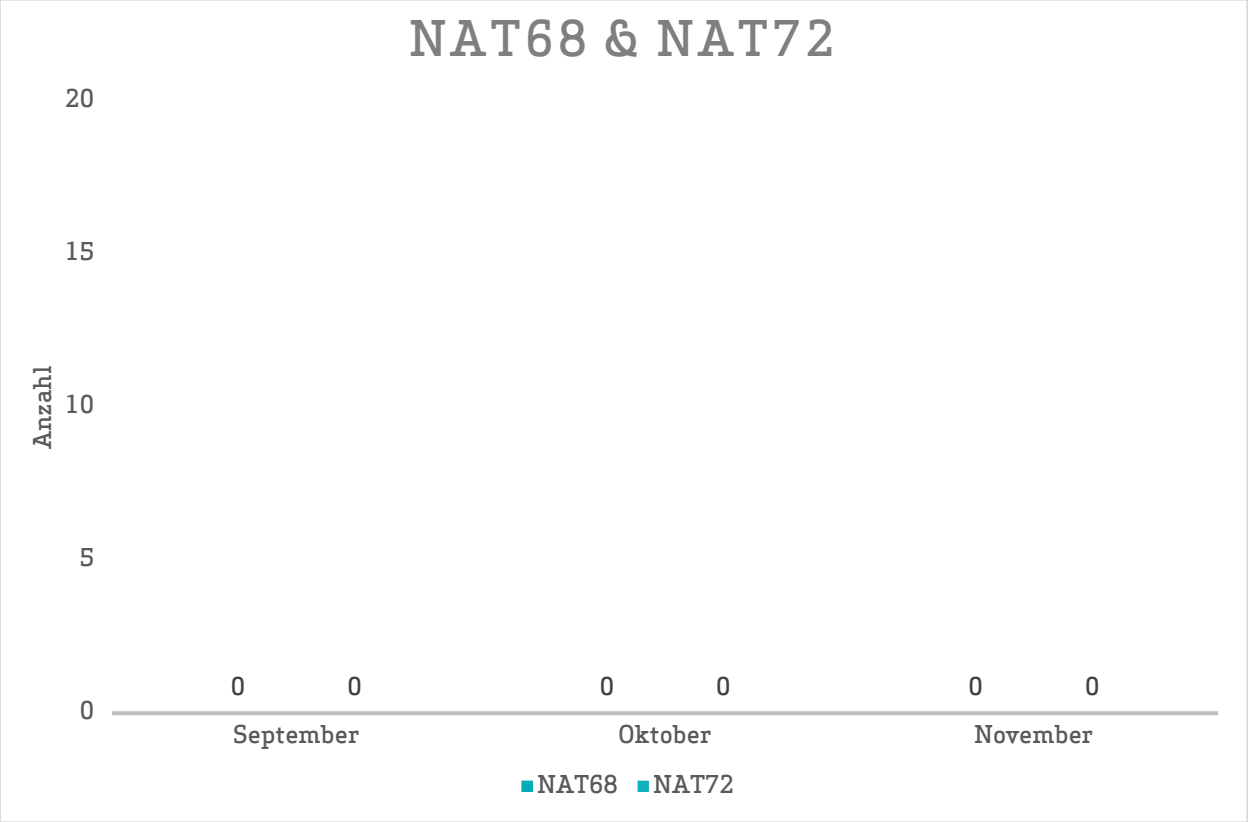



Abb. 9: NAT68 und NAT72

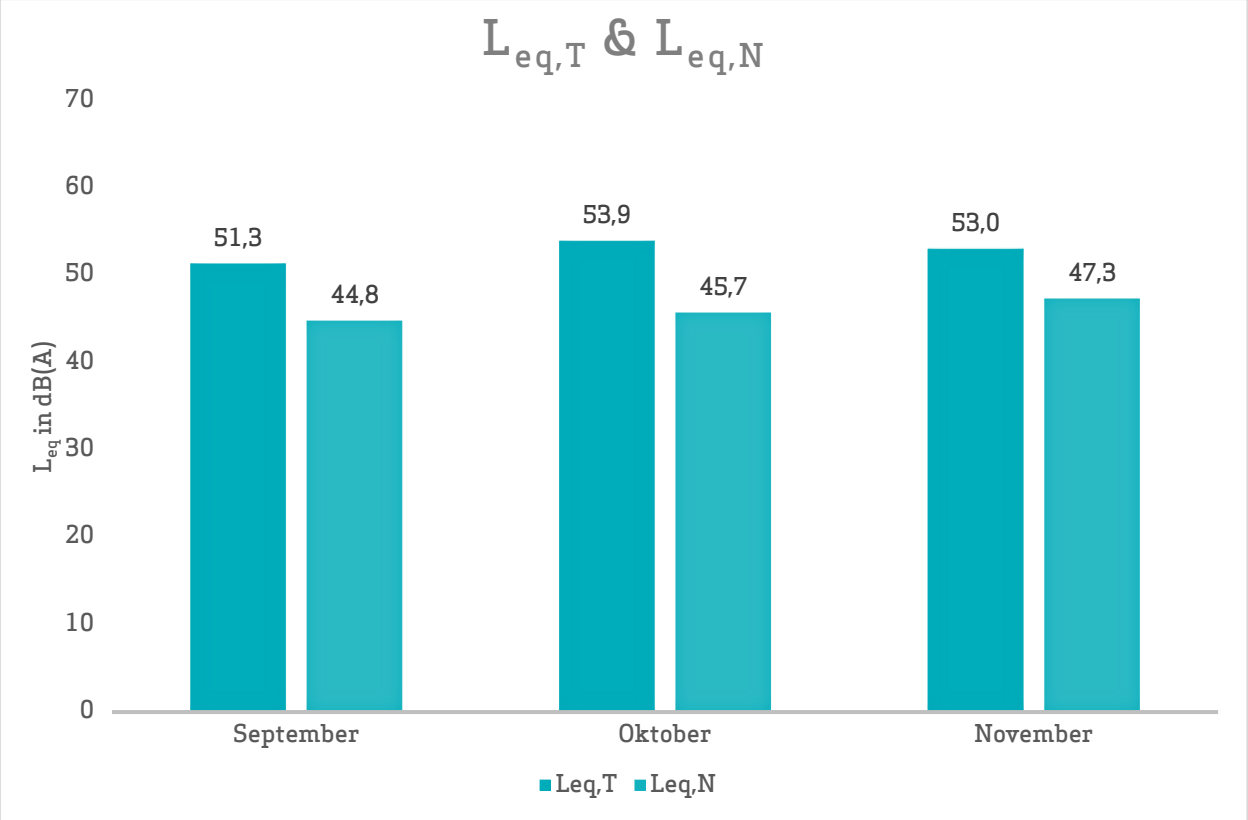



Abb. 10: $L_{eq}$ Tag und Nacht

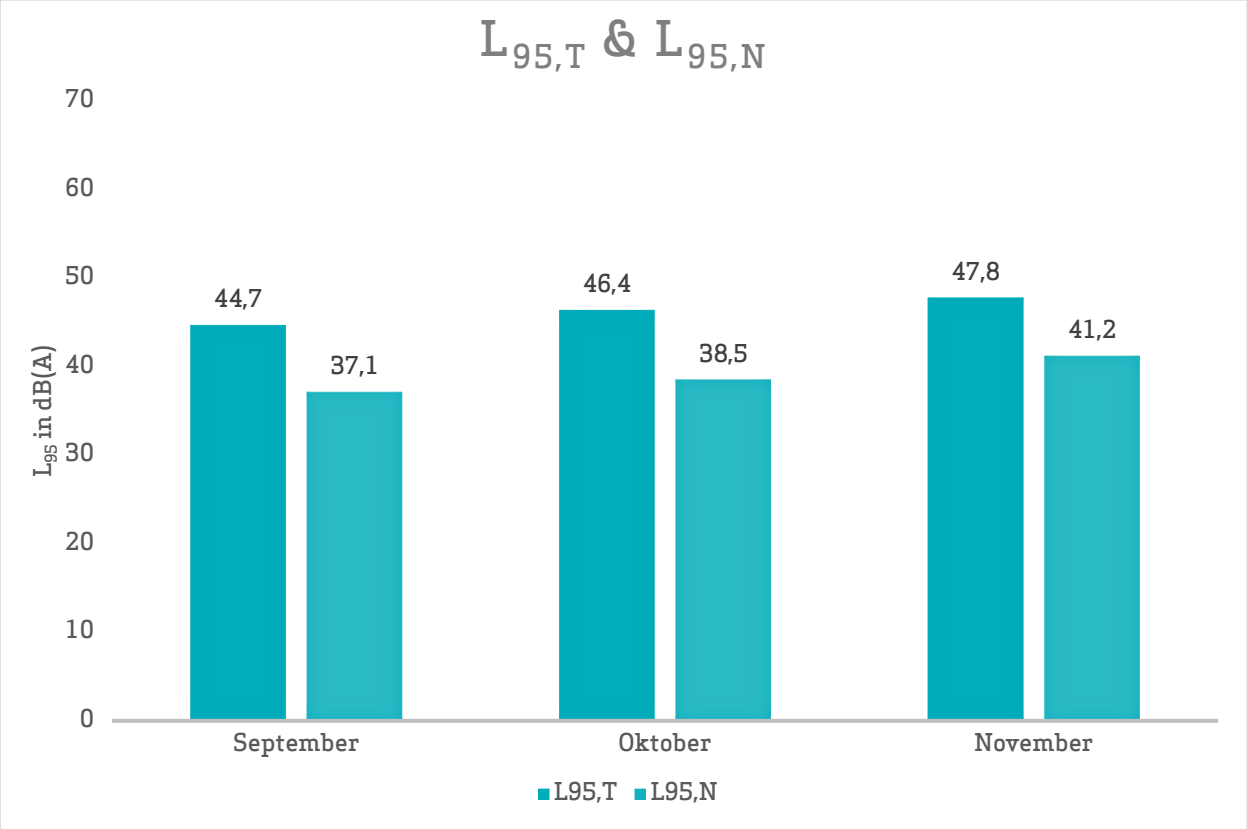



Abb. 11: $L_{95}$ Tag und Nacht

## 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 | | | | | | | | |
| Februar | | | | | | | | |
| März | | | | | | | | |
| April | | | | | | | | |
| Mai | | | | | | | | |
| Juni | | | | | | | | |
| Juli | | | | | | | | |
| August | | | | | | | | |
| September | 33,0 | 26,3 | 0 | 0 | 51,3 | 44,8 | 44,7 | 37,1 |
| Oktober | 35,8 | 30,5 | 0 | 0 | 53,9 | 45,7 | 46,4 | 38,5 |
| November | 36,2 | 29,3 | 0 | 0 | 53,0 | 47,3 | 47,8 | 41,2 |
| 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.Hemmer[1], D. Knauß[2], C. Pörschmann[1]

[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
- kepstrale 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 Geräuschsklassen ermöglicht.

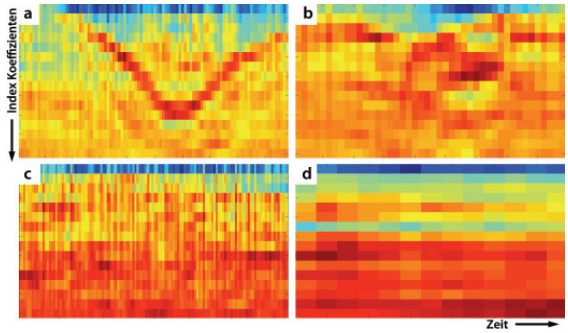



**Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.**

## 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 Audiodaten 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 Fluglärmerkennung 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 Fluglärmerkennung. 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.

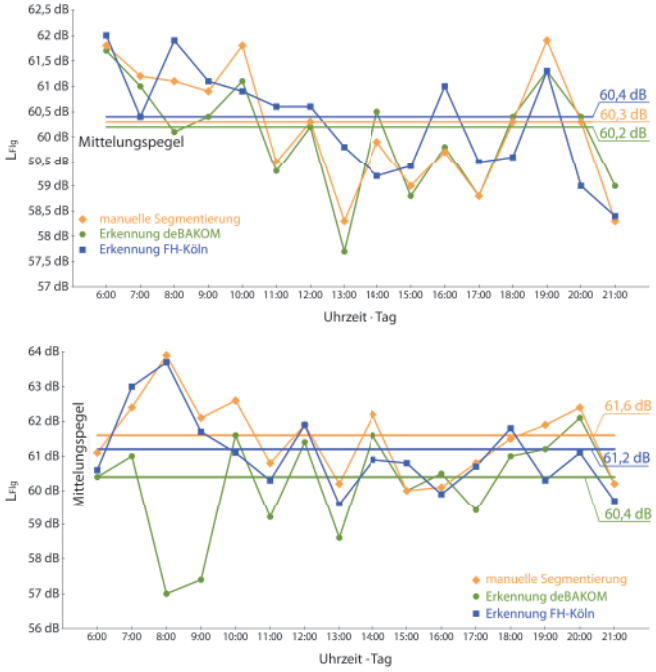



**Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

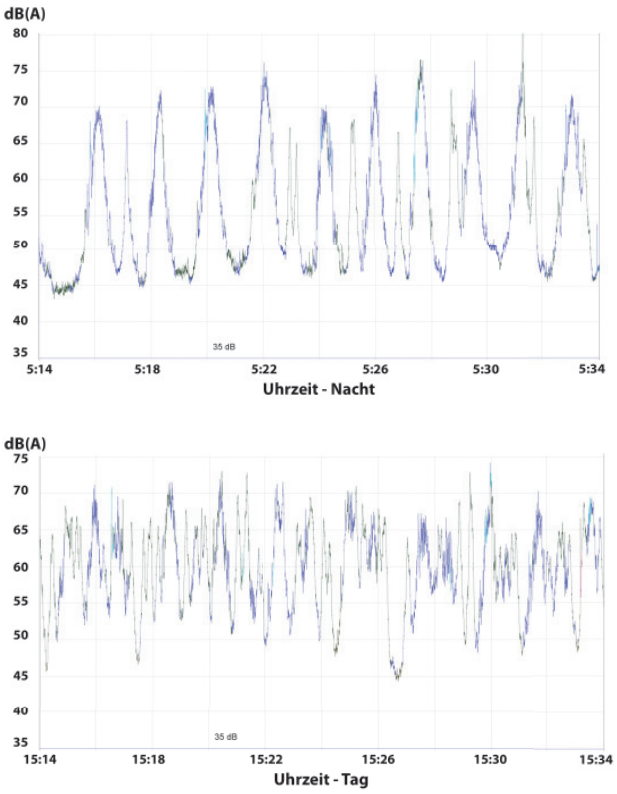



**Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag**

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. Fluglärmerkennung ist jedoch nur ein Beispiel für die Mustererkennung. Die Verfahren sollen nicht nur für Fluglärm, sondern auch für andere Geräuschtypen (Straße, Bahn, Industrie etc.) eingesetzt werden.

## Literatur

[1] D. Hemmer, C. Pörschmann (2010). Testsystem zum Vergleich verschiedener Parameter zur Verbesserung der Erkennungsleistung bei der Flugzeuggeräuschsidentifikation. In: Fortschritte der Akustik - DAGA 2010, DEGA e.V., D - Oldenburg, pp. 829-830