



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>4</b>
1.1	Messsystem deBAKOM	4
1.2	Erläuterung der verschiedenen Pegel (Abkürzungen)	4
1.3	Standort der Messstation	5
<b>2</b>	<b>Überflughöhen</b>	<b>7</b>
2.1	Auswertungsmethode und Erfassungsrate	7
2.2	Bahnnutzung bzgl. Landungen	9
2.3	Ausfallzeiten	9
2.4	Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25	10
2.5	Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07	12
<b>3</b>	<b>Fluggeräuscheereignisse</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>Fluggeräuschpegel</b>	<b>15</b>
4.1	Maximalpegelverteilung	15
4.2	Leq- und NAT-Auswertung	17
4.3	Jahresübersicht 2021	20

# Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-303 (Quelle: Google Maps) .....	5
Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im September 2021, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps) .....	7
Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im September 2021, Draufsicht (Quelle: Bing Maps) .....	8
Abb. 4: BR07 - Identifizierte Abflüge im September 2021, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps) .....	8
Abb. 5: BR07 - Identifizierte Abflüge im September 2021, Draufsicht (Quelle: Bing Maps) .....	9
Abb. 6: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25 .....	11
Abb. 7: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 .....	12
Abb. 8: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht) .....	14
Abb. 9: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch) .....	15
Abb. 10: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch) .....	16
Abb. 11: $L_{DIN}$ Tag und Nacht .....	17
Abb. 12: NAT68 und NAT72 .....	18
Abb. 13: $L_{eq}$ Tag und Nacht .....	18
Abb. 14: $L_{95}$ Tag und Nacht .....	19

# 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 einem Privatgrundstück in Frankfurt-Sachsenhausen wurde am 27. April 2016 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-303) lauten: 32 U 478667; 5548226 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 3 m über dem Dach des Hauses (ca. 13 m ü. Grund).

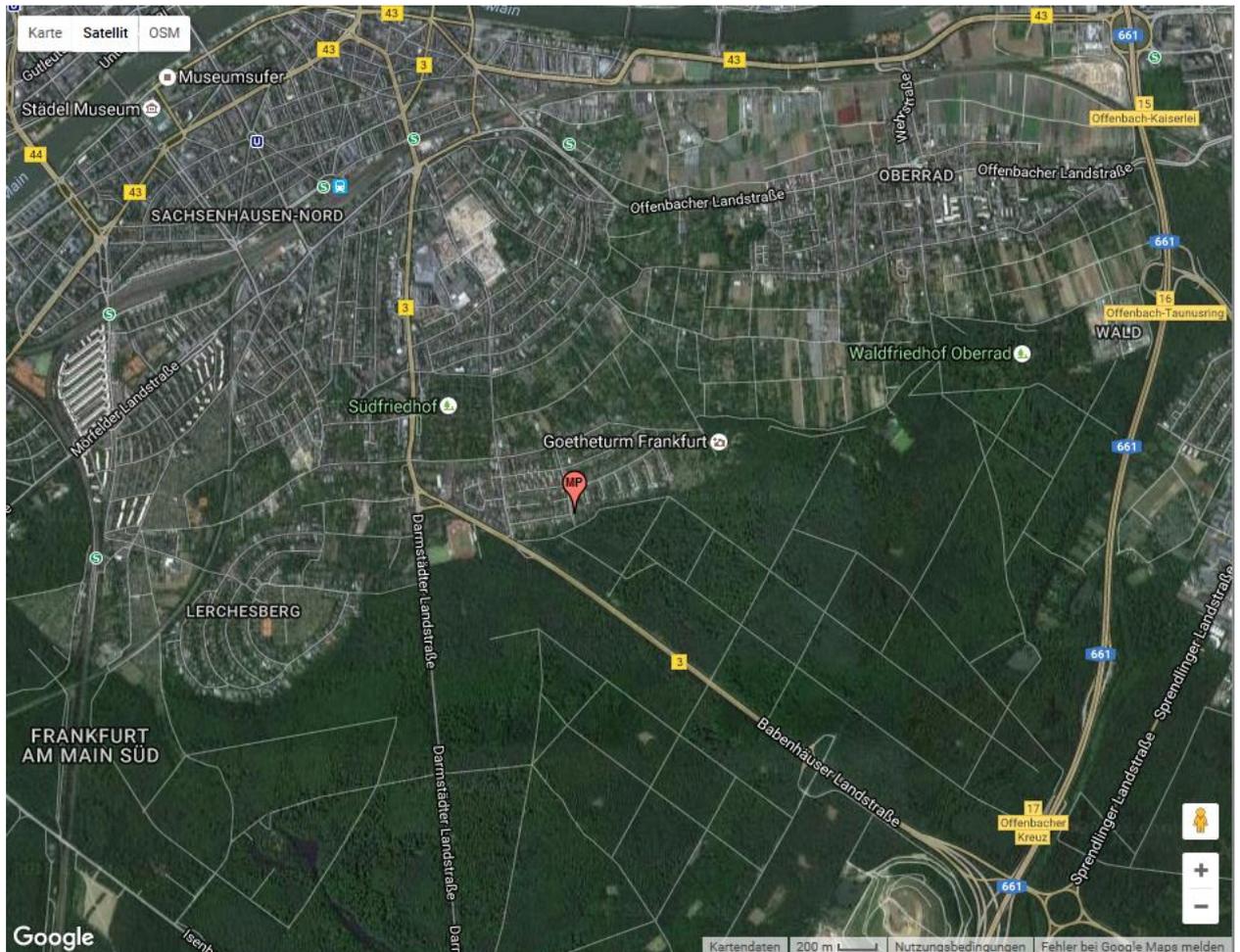


Abb. 1: Standort der Messstation MP-303 (Quelle: Google Maps)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 1. Juli 2021 bis zum 30. September 2021.

---

# Auswertung der Überflüge über Frankfurt-Sachsenhausen

---



## 2 Überflughöhen

### 2.1 Auswertungsmethode und Erfassungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-303 haben folgende Ausdehnungsmaße:

- **Anflüge (BR25):** Breite jeweils 1852 m (1 NM) links und rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 250°.

- **Abflüge (BR07):** 1852 m (1 NM) links und 3704 m (2 NM) rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 65°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der erfassten Fluggeräuscheignisse	Prozentualer Anteil der erfassten Fluggeräuscheignisse
Anflüge (BR25)	10685	8146	76,24%
Abflüge (BR07)	4543	4152	91,39%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ im September 2021 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.

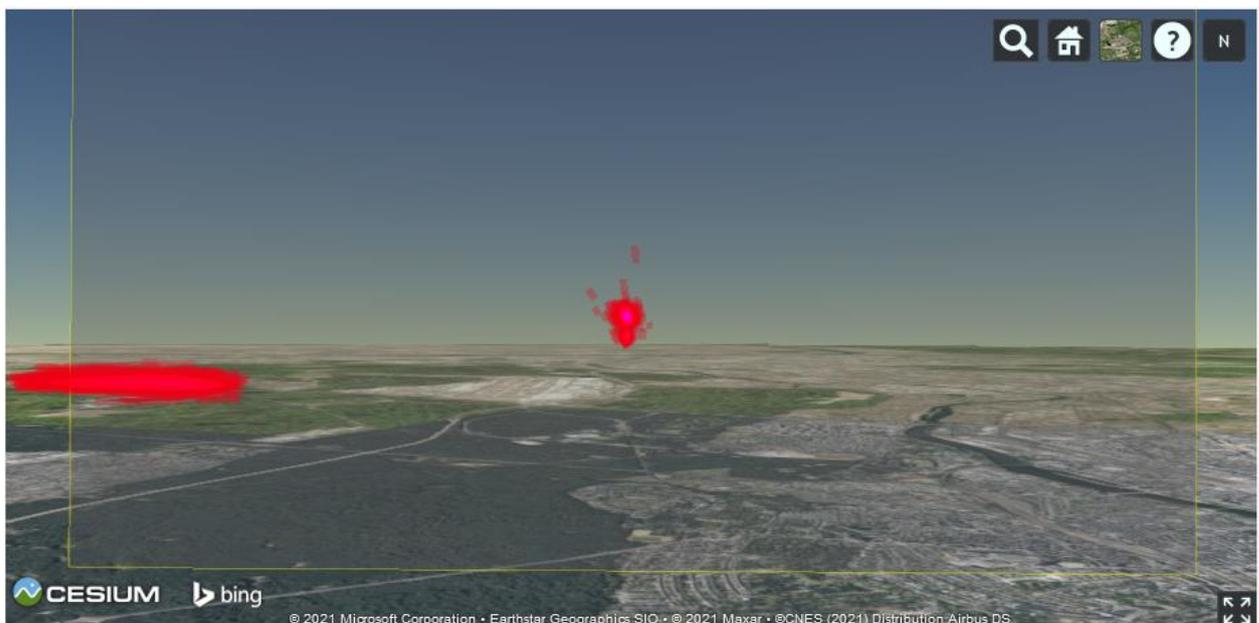


Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im September 2021, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)

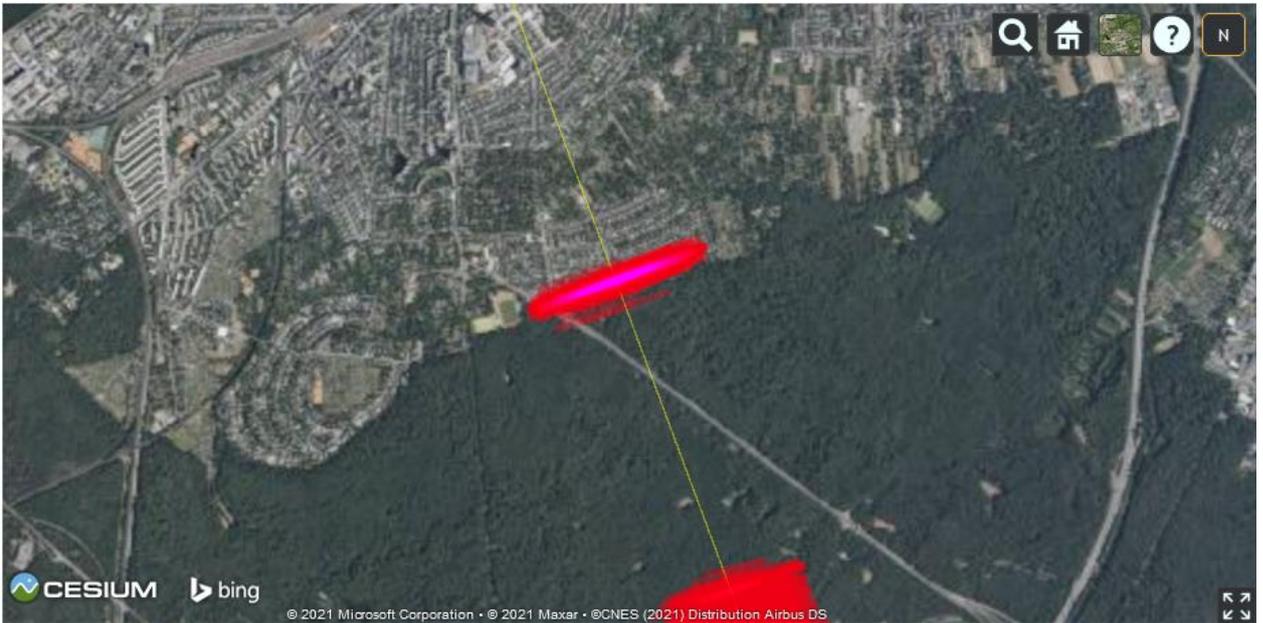


Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im September 2021, Draufsicht (Quelle: Bing Maps)

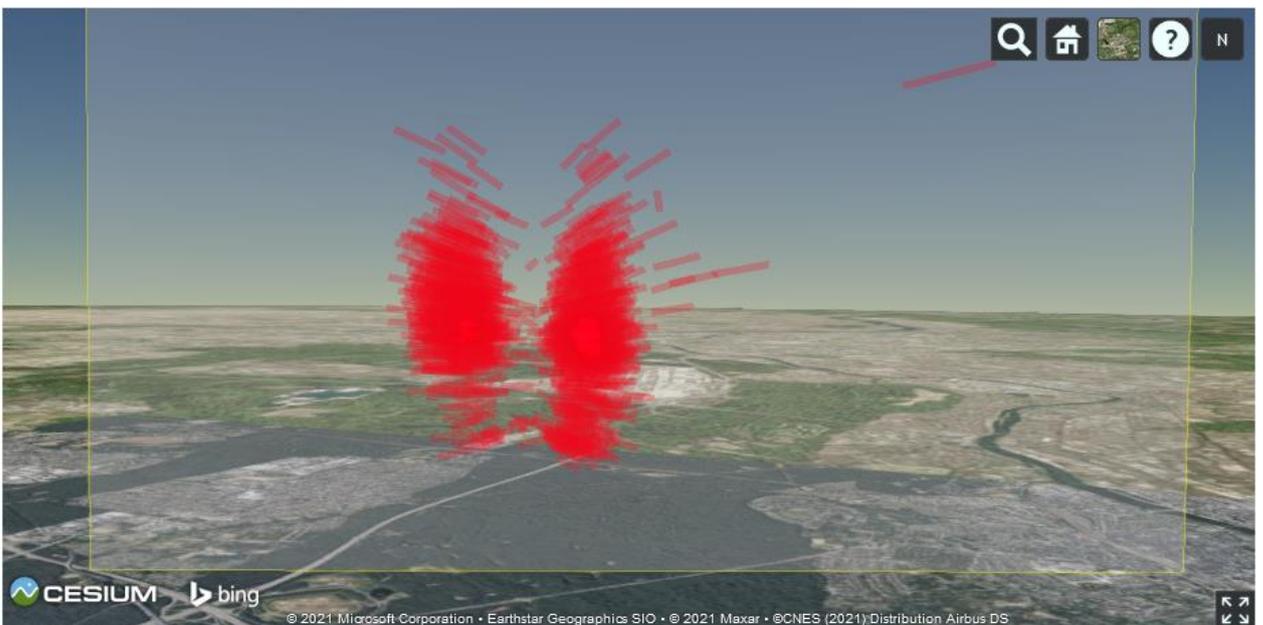


Abb. 4: BR07 - Identifizierte Abflüge im September 2021, Vorderansicht (Quelle: Bing Maps)



Abb. 5: BR07 - Identifizierte Abflüge im September 2021, 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	13,37%	18,20%	29,68%	12,73%	0,31%	25,71%	61,24%	38,76%
August	18,58%	25,19%	37,32%	6,18%	0,15%	12,57%	81,09%	18,91%
September	15,90%	6,65%	28,21%	17,78%	0,31%	31,15%	50,76%	49,24%

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

## 2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
09.07.2021 00:00	09.07.2021 00:29	0,5 h	Technische Störung
10.07.2021 23:00	10.07.2021 23:59	1 h	Windgeschwindigkeit
16.07.2021 19:00	16.07.2021 20:59	2 h	Windgeschwindigkeit
16.07.2021 17:00	16.07.2021 17:59	1 h	Wartungsarbeiten
17.07.2021 18:00	17.07.2021 19:59	2 h	Windgeschwindigkeit
18.07.2021 15:00	18.07.2021 15:59	1 h	Windgeschwindigkeit
19.07.2021 08:00	19.07.2021 21:59	14 h	Windgeschwindigkeit
24.07.2021 15:00	24.07.2021 17:59	3 h	Windgeschwindigkeit

29.07.2021 10:00	29.07.2021 18:59	9 h	Windgeschwindigkeit
30.07.2021 22:00	31.07.2021 00:59	3 h	Windgeschwindigkeit
31.07.2021 07:00	31.07.2021 16:59	10 h	Windgeschwindigkeit
01.08.2021 16:00	01.08.2021 20:59	5 h	Windgeschwindigkeit
06.08.2021 12:00	06.08.2021 18:59	7 h	Windgeschwindigkeit
08.08.2021 07:00	08.08.2021 16:59	10 h	Windgeschwindigkeit
09.08.2021 15:00	09.08.2021 17:59	3 h	Windgeschwindigkeit
10.08.2021 03:00	10.08.2021 03:14	0,25 h	Technische Störung
14.08.2021 12:00	14.08.2021 13:59	2 h	Windgeschwindigkeit
16.08.2021 08:00	16.08.2021 18:59	11 h	Windgeschwindigkeit
17.08.2021 12:00	17.08.2021 13:59	2 h	Windgeschwindigkeit
23.08.2021 17:00	23.08.2021 18:59	2 h	Windgeschwindigkeit
24.08.2021 10:00	24.08.2021 16:59	7 h	Windgeschwindigkeit
26.08.2021 15:00	26.08.2021 16:59	2 h	Windgeschwindigkeit
27.08.2021 13:00	27.08.2021 14:59	2 h	Windgeschwindigkeit
30.08.2021 08:00	30.08.2021 12:59	5 h	Windgeschwindigkeit
07.09.2021 11:00	07.09.2021 11:19	0,33 h	Technische Störung
08.09.2021 14:00	08.09.2021 14:59	1 h	Wartungsarbeiten
09.09.2021 08:00	09.09.2021 08:39	0,67 h	Technische Störung
09.09.2021 15:00	09.09.2021 17:59	3 h	Windgeschwindigkeit
19.09.2021 17:00	19.09.2021 18:59	2 h	Windgeschwindigkeit
23.09.2021 02:00	23.09.2021 02:44	0,75 h	Technische Störung
23.09.2021 18:00	23.09.2021 18:59	1 h	Windgeschwindigkeit
29.09.2021 12:00	29.09.2021 14:59	3 h	Windgeschwindigkeit

## 2.4 Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25

Bei den Auswertungen der An- und Abflughöhen wurden nur Flüge betrachtet, die durch die o.a. „Durchfluggate“ 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	Juli	August	September
Mittelwert	2479	2479	2623
Standardfehler des Mittelwerts	7	6	5
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	2465	2468
	Obergrenze	2494	2491
5% getrimmtes Mittel	2490	2490	2646
Median	2722	2707	2740
Varianz	133113	124062	68563
Standardabweichung	365	352	262
Minimum	1719	1795	1827
Maximum	3294	3145	3524
Spannweite	1575	1349	1697
Interquartilbereich	732	721	235
Schiefe	-0,52	-0,54	-1,56
Kurtosis	-1,62	-1,57	1,26
Anzahl Ereignisse:	<b>2411</b>	<b>3375</b>	<b>2360</b>

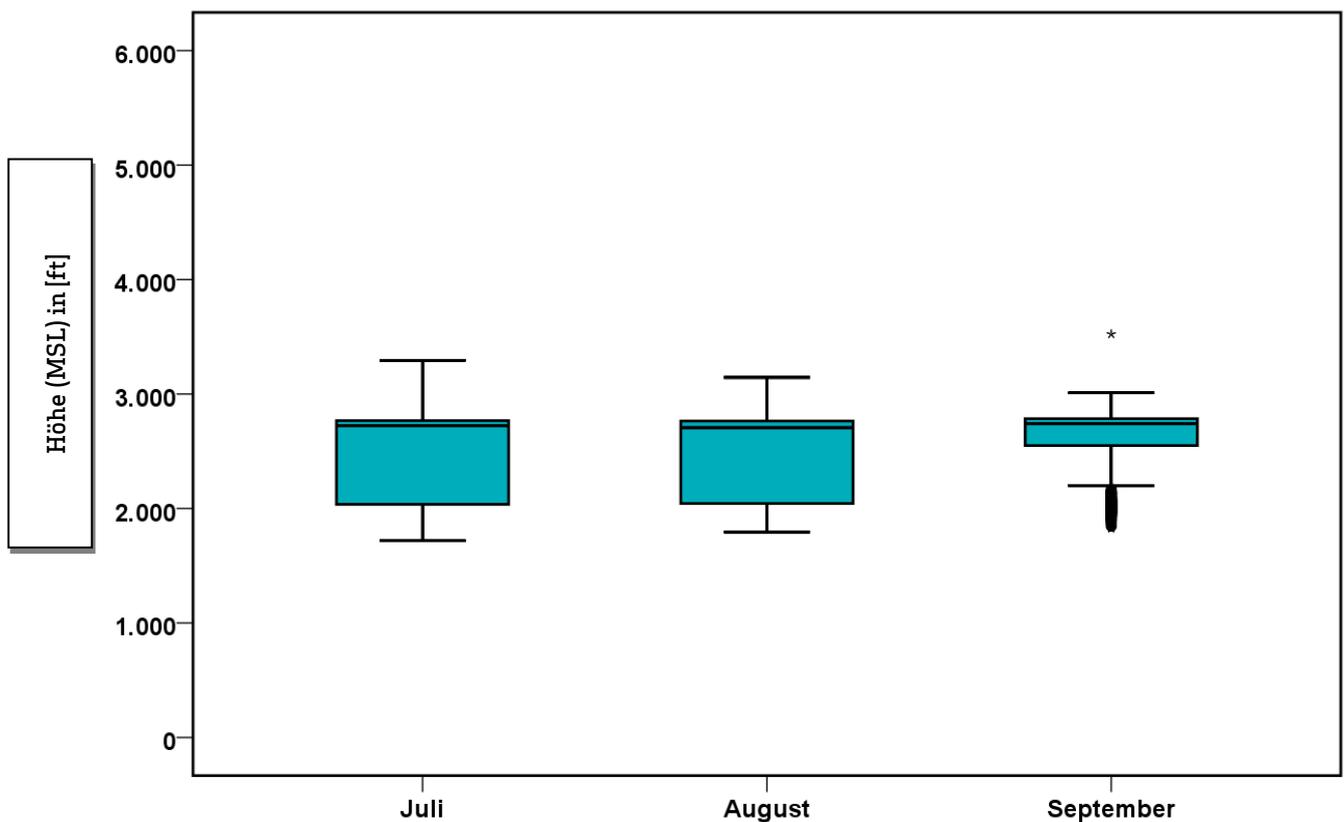


Abb. 6: Boxplots - Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25

## 2.5 Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07

Höhe (MSL) in [ft] bei BR07	Juli	August	September
Mittelwert	3991	4074	4030
Standardfehler des Mittelwerts	20	33	18
95% Konfidenzintervall des Mittelwerts	Untergrenze	4008	3994
	Obergrenze	4139	4067
5% getrimmtes Mittel	3993	4059	4034
Median	3974	4050	4015
Varianz	594166	790406	666652
Standardabweichung	771	889	816
Minimum	1871	1950	1766
Maximum	6946	7544	7301
Spannweite	5075	5594	5536
Interquartilbereich	784	905	837
Schiefe	-0,01	0,30	-0,01
Kurtosis	0,91	1,19	0,97
Anzahl Ereignisse:	<b>1479</b>	<b>711</b>	<b>1962</b>

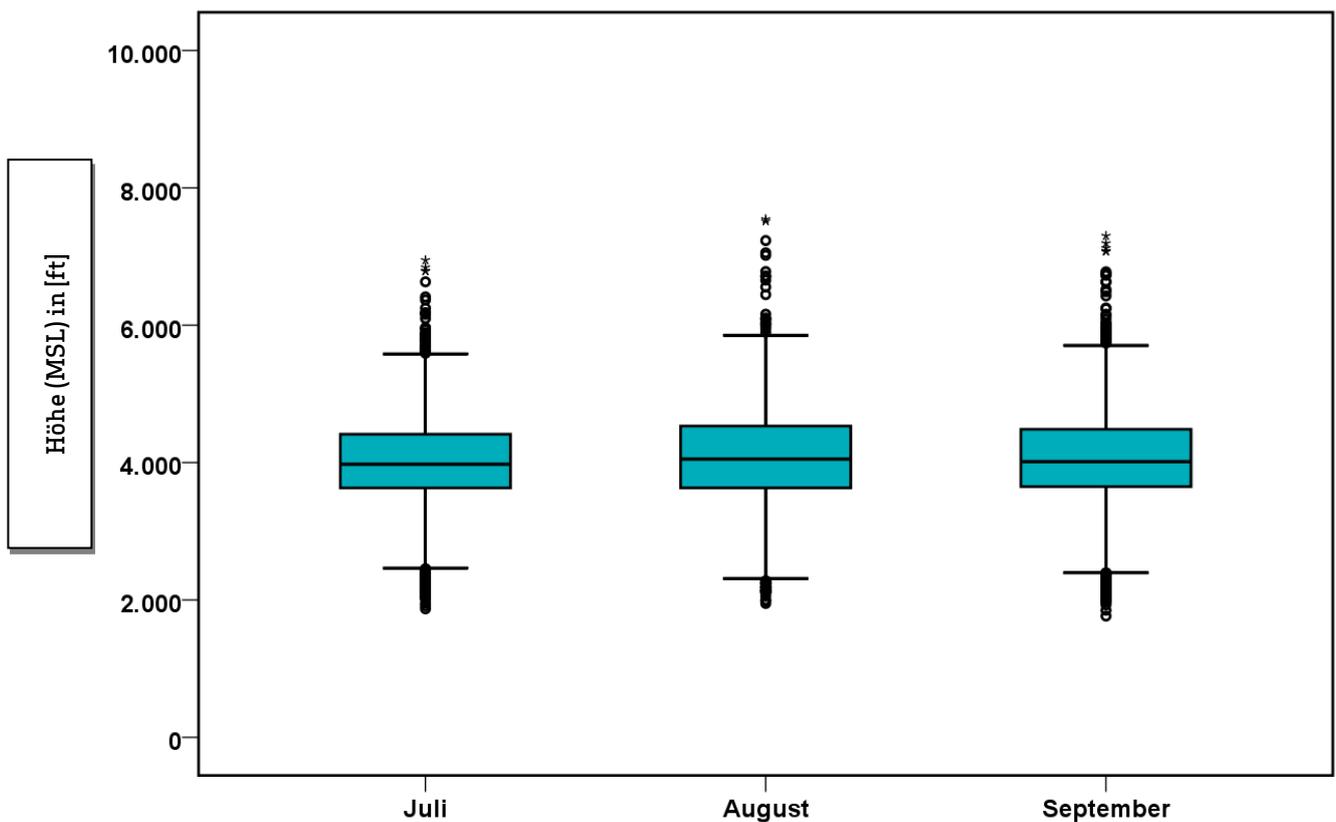


Abb. 7: Boxplots - Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07

---

# Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-303)

---



## 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
Juli	3574	316	3890
August	3831	255	4086
September	4038	284	4322

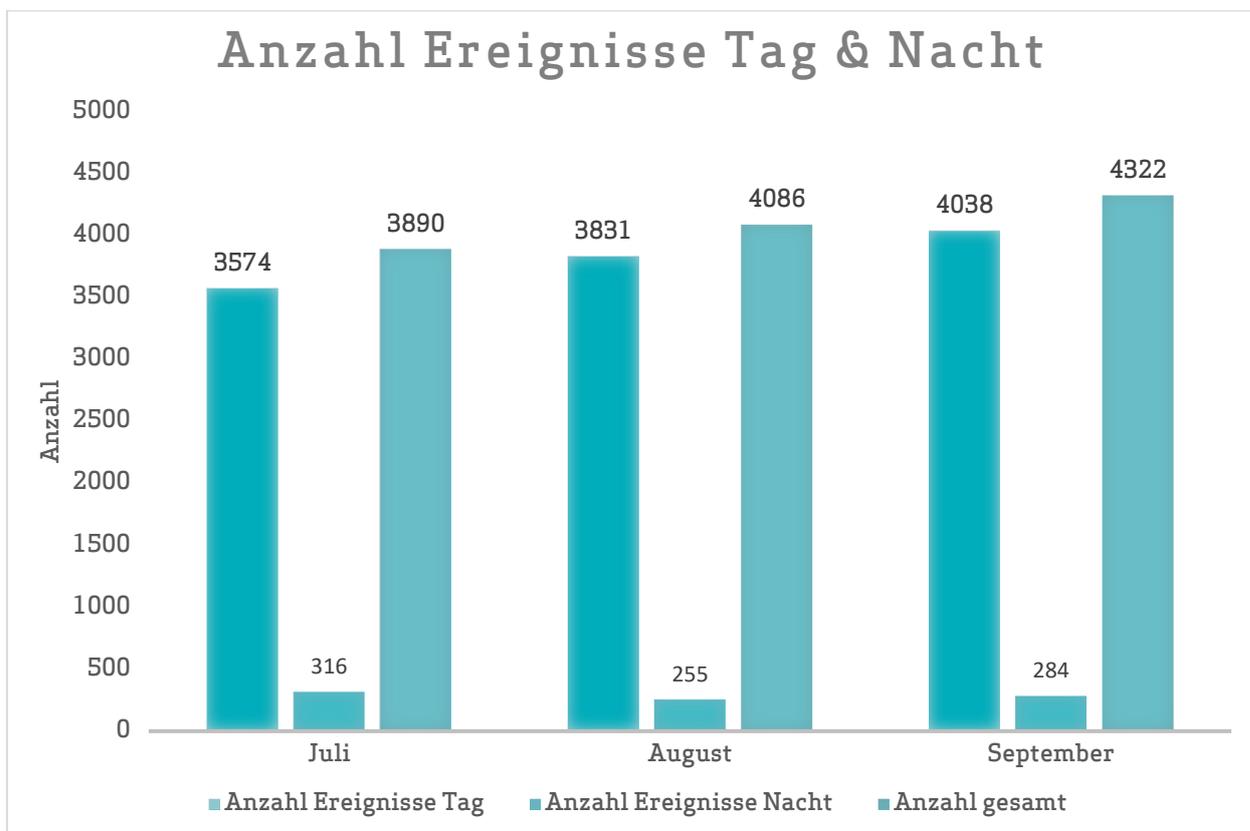


Abb. 8: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht)

## 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)
Juli	494	531	2106	429	14
August	605	468	2227	499	32
September	212	324	2703	756	43

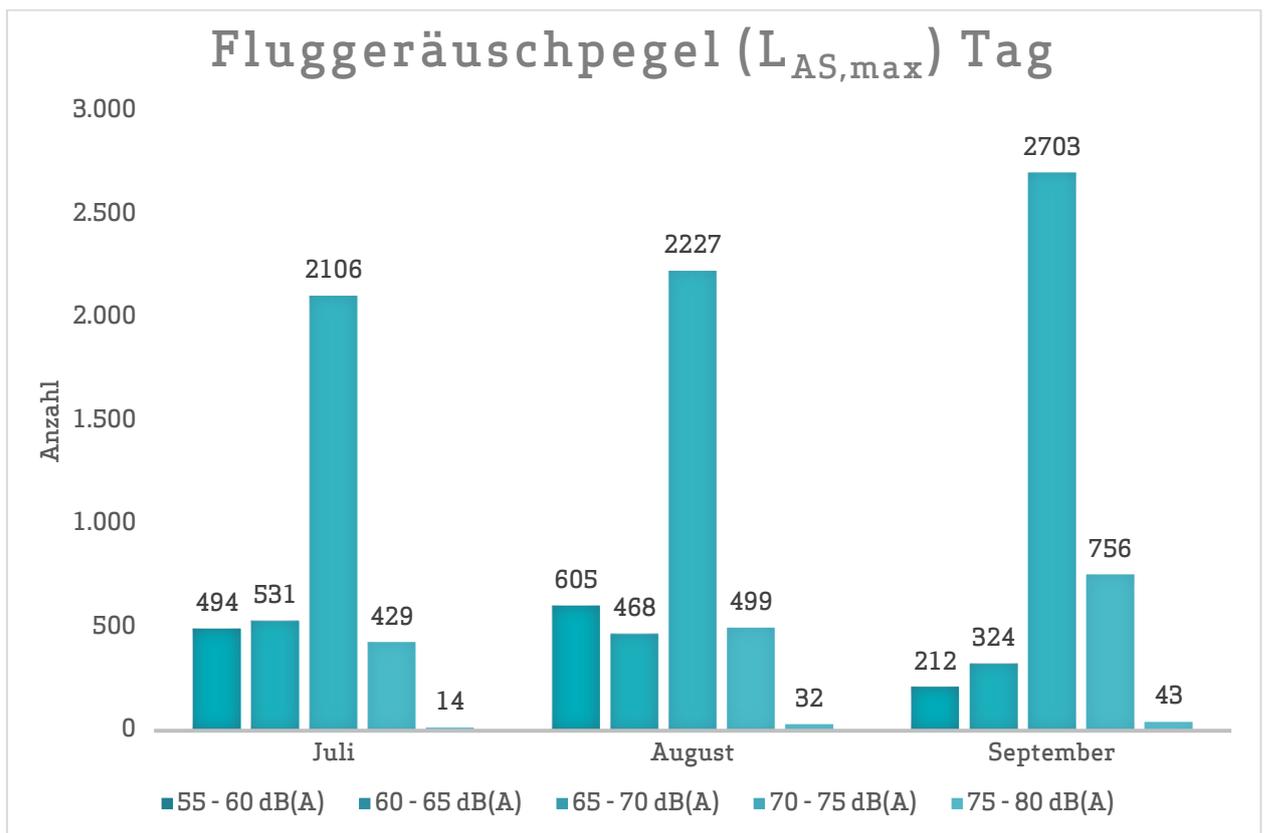


Abb. 9: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
Juli	67	133	84	32	0
August	101	67	59	27	1
September	18	55	146	62	3

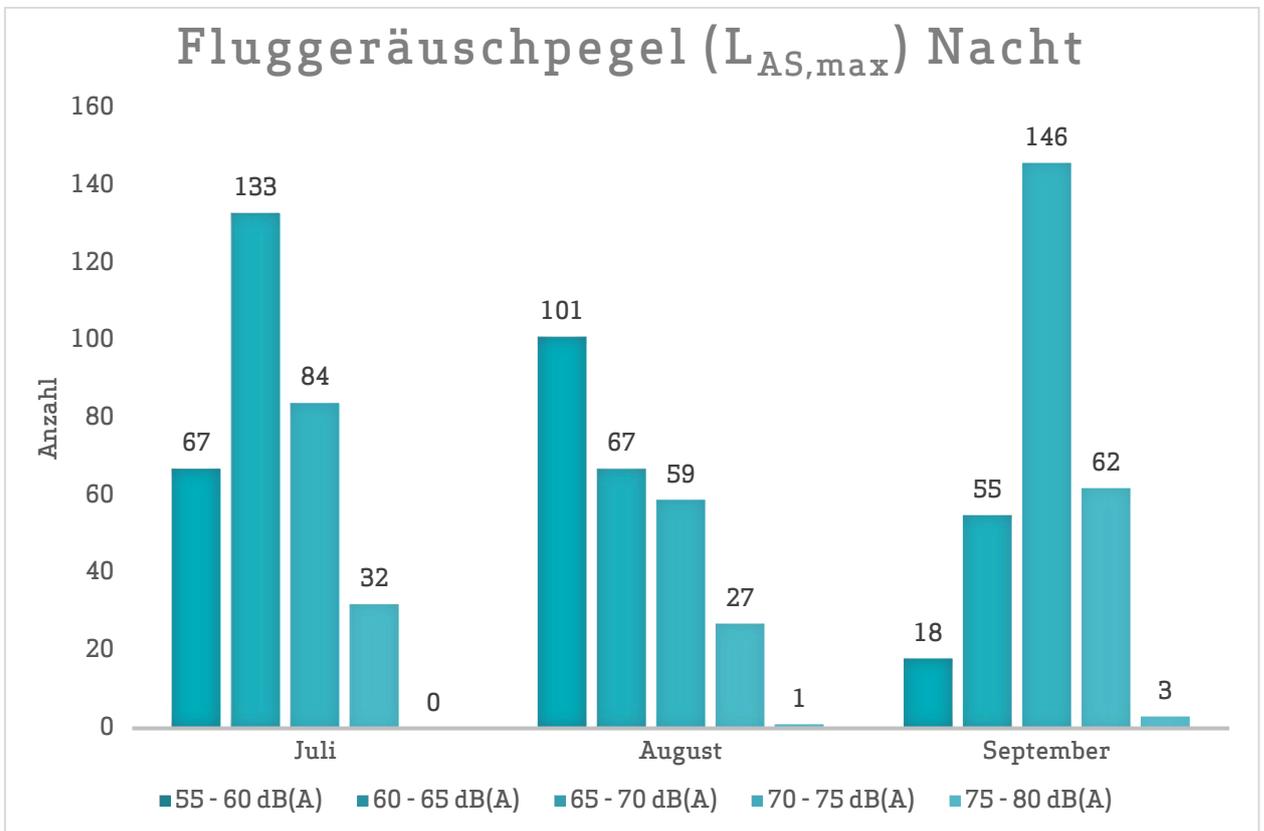


Abb. 10: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

## 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	51,9	43,6	55	17	54,3	46,6	42,3	38,3
August	52,5	41,8	49	12	57,6	47,7	45,8	38,1
September	53,6	45,6	130	33	55,2	47,6	43,1	38,5

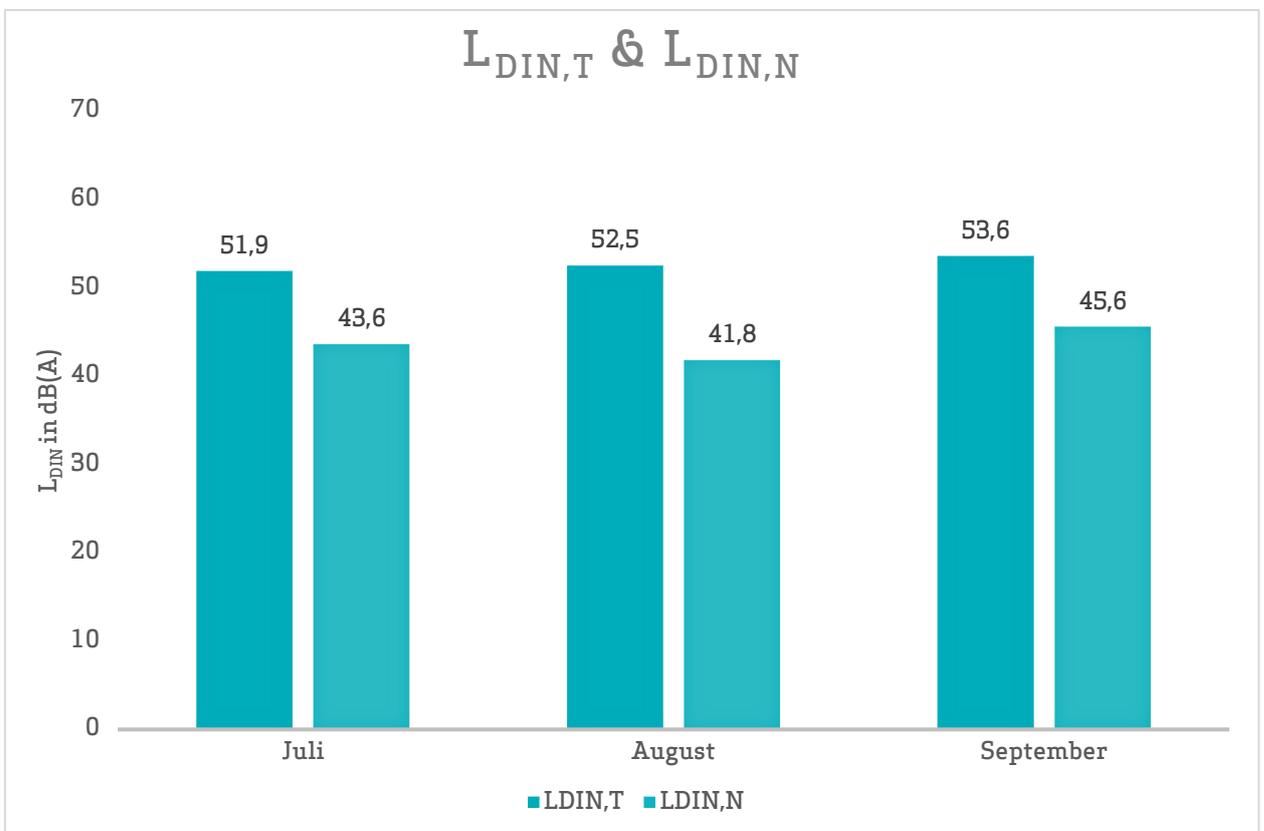


Abb. 11:  $L_{DIN}$  Tag und Nacht

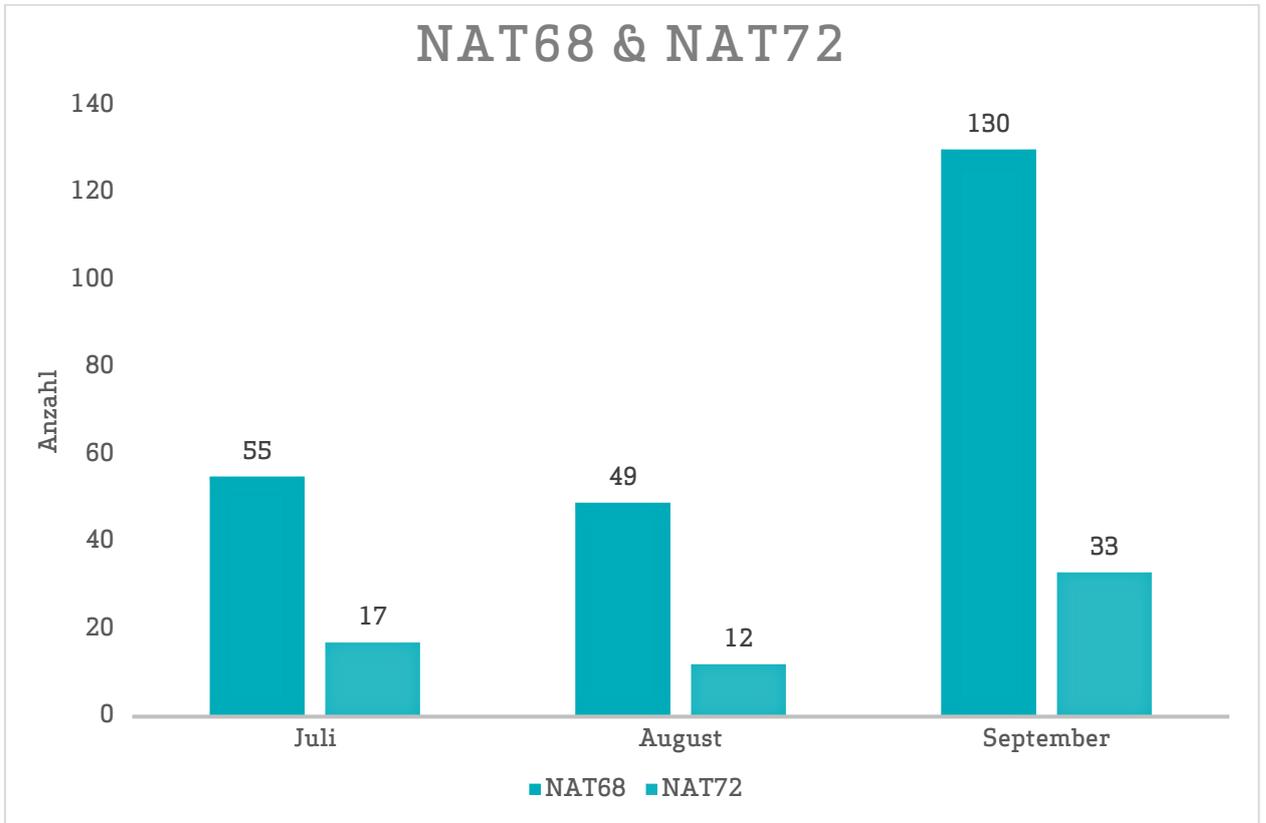


Abb. 12: NAT68 und NAT72

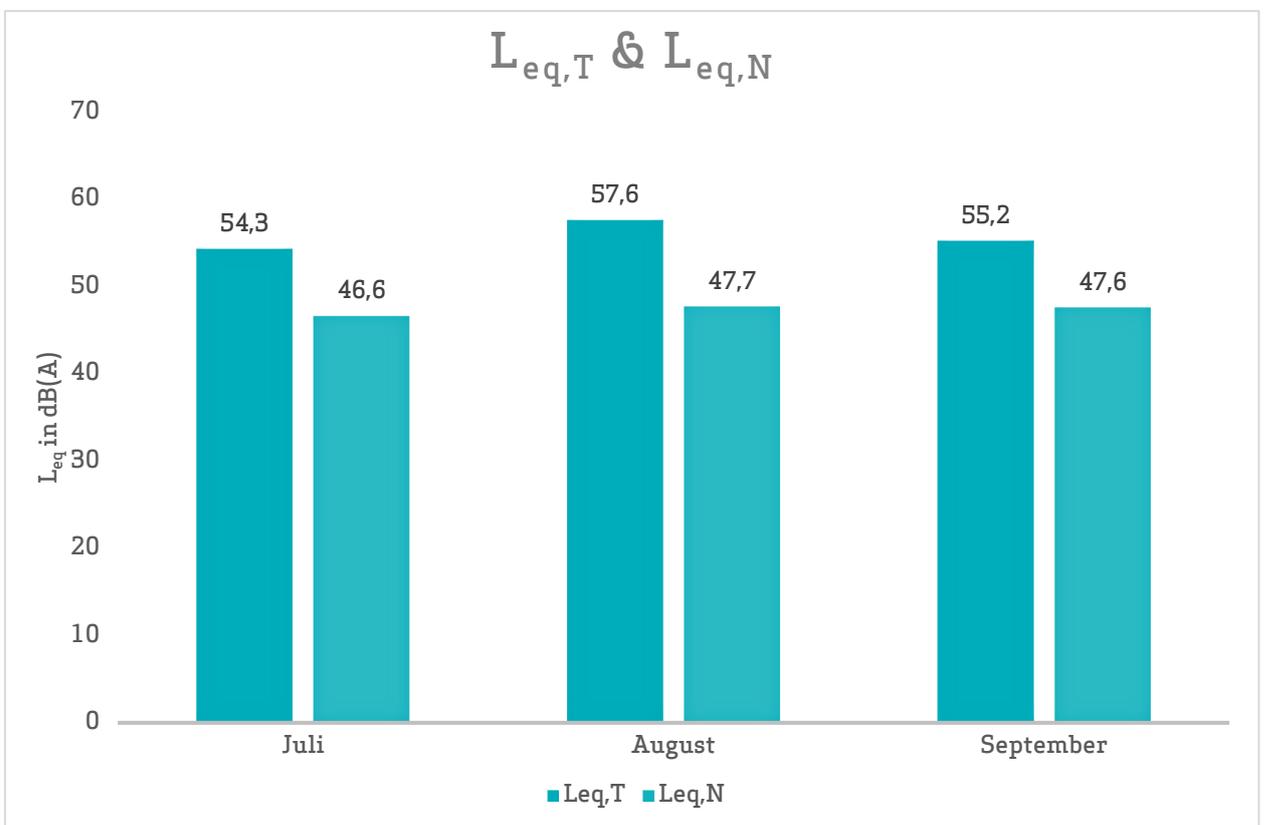


Abb. 13:  $L_{eq}$  Tag und Nacht

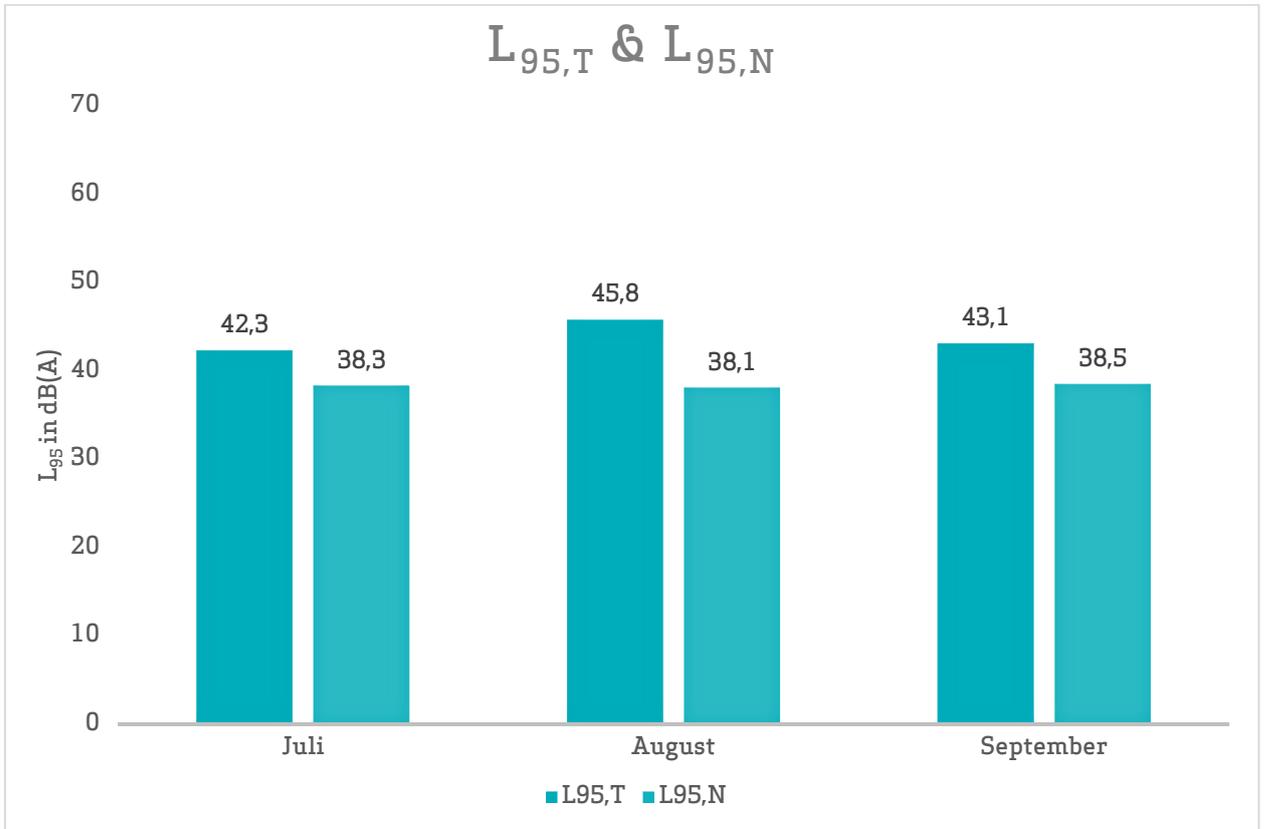


Abb. 14: L<sub>95</sub> Tag und Nacht

### 4.3 Jahresübersicht 2021

in dB(A)	L <sub>DIN,T</sub>	L <sub>DIN,N</sub>	NAT68*	NAT72*	L <sub>eq,T</sub>	L <sub>eq,N</sub>	L <sub>95,T</sub>	L <sub>95,N</sub>
Januar	47,6	41,1	31	11	52,9	51,7	44,7	39,0
Februar	49,5	42,9	54	17	53,6	46,9	44,8	39,0
März	48,1	40,1	27	8	54,0	46,9	45,2	38,8
April	50,2	42,7	46	11	53,9	46,6	43,4	36,1
Mai	48,5	39,8	16	3	54,7	47,3	45,3	39,0
Juni	51,0	43,6	68	12	54,6	47,8	41,9	37,6
Juli	51,9	43,6	55	17	54,3	46,6	42,3	38,3
August	52,5	41,8	49	12	57,6	47,7	45,8	38,1
September	53,6	45,6	130	33	55,2	47,6	43,1	38,5
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](http://www.umwelthaus.org)

# Fluglärmmessung mit automatischer Geräuschklassifikation

D.Hemmer<sup>1</sup>, D. Knauß<sup>2</sup>, C. Pörschmann<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Fachhochschule Köln, 50679 Köln - e-mail: [dominic.hemmer@fh-koeln.de](mailto:dominic.hemmer@fh-koeln.de)

<sup>2</sup> 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.

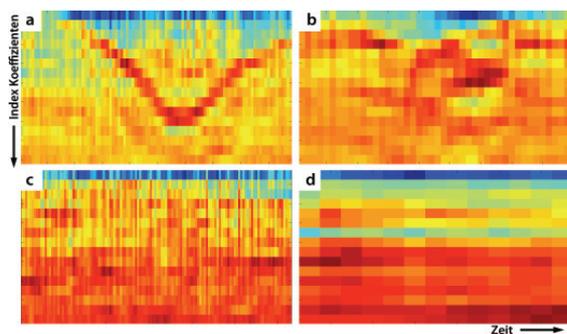


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

## 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.

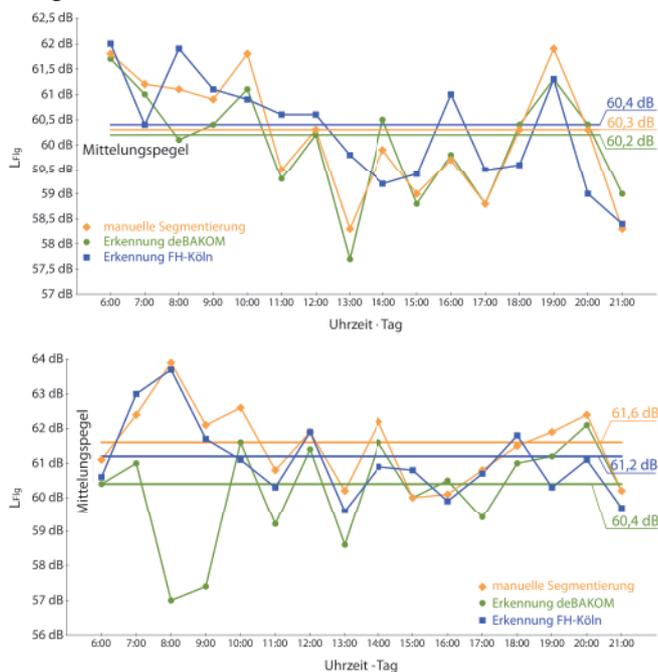


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

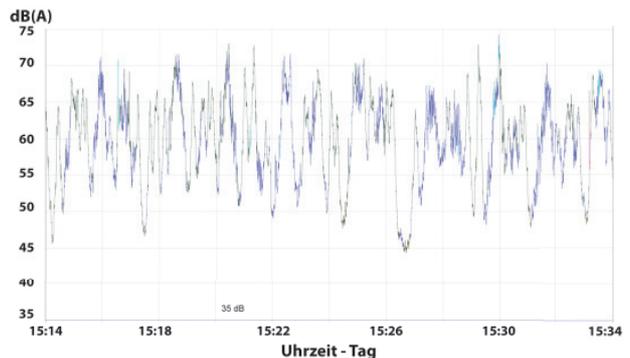
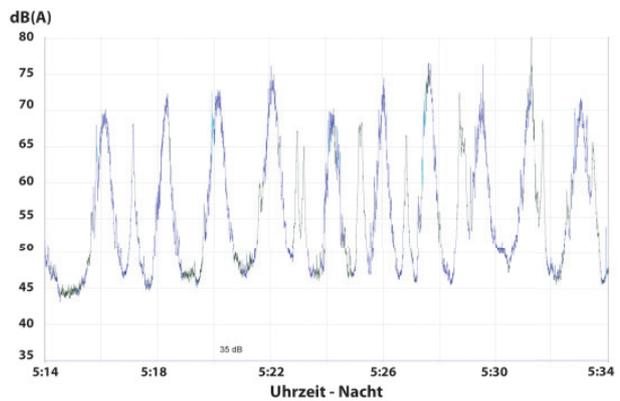


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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