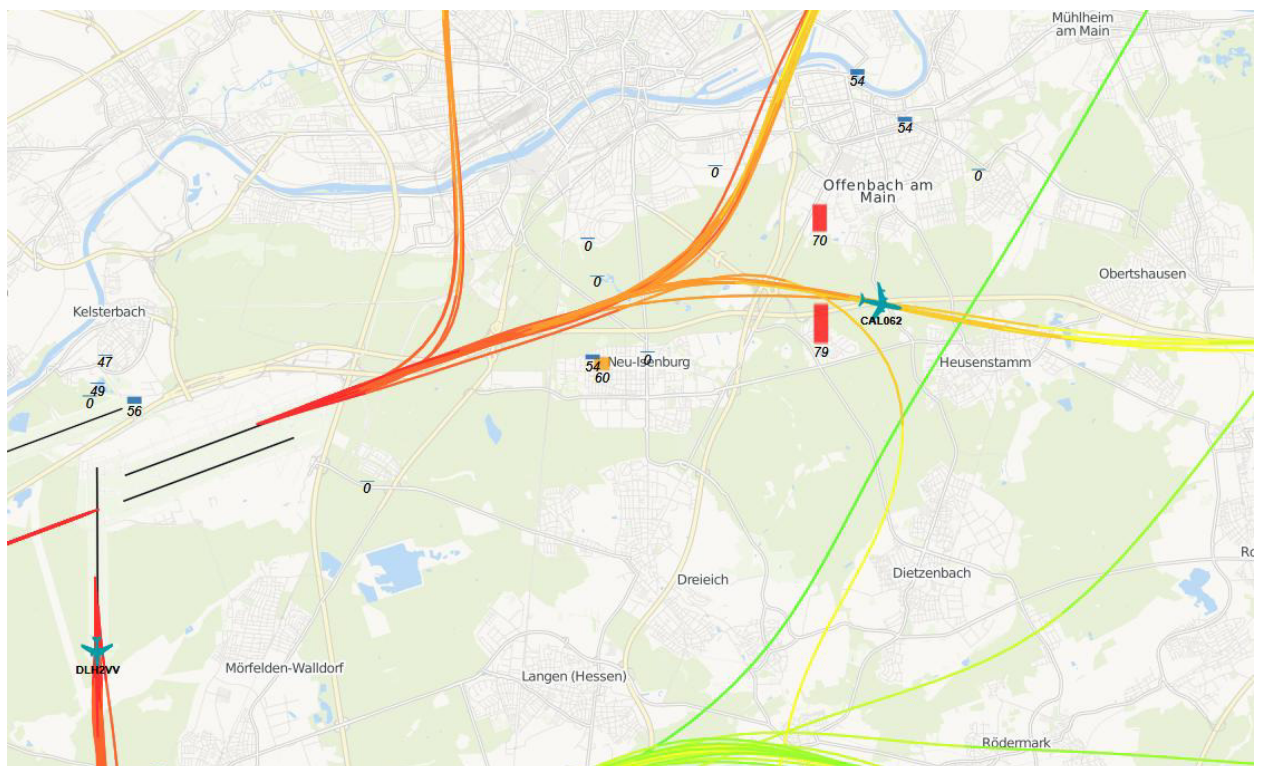


# Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-201 in Gravenbruch

Berichtszeitraum: April 2014 – Juni 2014 | Stand 08.10.2014



# 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 und Überflughöhenstaffelung</b>	<b>7</b>
2.1	Auswertungsmethode und Erkennungsrate	7
2.2	Bahnnutzung bzgl. Landungen	11
2.3	Ausfallzeiten	11
2.4	Anflüge bei Betriebsrichtung 25	11
2.4.1	Anflughöhen	11
2.4.2	Anflughöhenstaffelung	12
2.5	Abflüge bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang)	14
2.5.1	Abflughöhen	14
2.5.2	Abflughöhenstaffelung	15
2.6	Abflüge bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O	16
2.6.1	Abflughöhen	16
2.6.2	Abflughöhenstaffelung	17
<b>3</b>	<b>Fluggeräuschereignisse</b>	<b>20</b>
<b>4</b>	<b>Fluggeräuschpegel</b>	<b>21</b>
4.1	Maximalpegelverteilung	21
4.2	Leq- und NAT-Auswertung	23
4.3	Jahresübersicht 2014	26

## Anlagen

Anlage 1: Geräuschklassifikation der Firma deBAKOM

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Standort der Messstation MP-201 (Quelle: Google Earth).....	5
Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth).....	8
Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth).....	8
Abb. 4: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth).....	9
Abb. 5: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth).....	9
Abb. 6: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth).....	10
Abb. 7: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth).....	10
Abb. 8: Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25 .....	12
Abb. 9: Anflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 .....	13
Abb. 10: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang).....	14
Abb. 11: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang).....	16
Abb. 12: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O .....	17
Abb. 13: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O .....	18
Abb. 14: Anzahl Fluggeräuscheignisse (Tag und Nacht).....	20
Abb. 15: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch) .....	21
Abb. 16: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch) .....	22
Abb. 17: $L_{DIN}$ Tag und Nacht .....	23
Abb. 18: NAT68 und NAT72 .....	24
Abb. 19: $L_{eq}$ Tag und Nacht .....	24
Abb. 20: $L_{95}$ Tag und Nacht .....	25

# 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 Gravenbruch wurde am 21. Juni 2011 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-201) lauten: 32 U 482464; 5545358 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 4 m über dem Dach des Hauses (ca. 20 m ü. Grund).

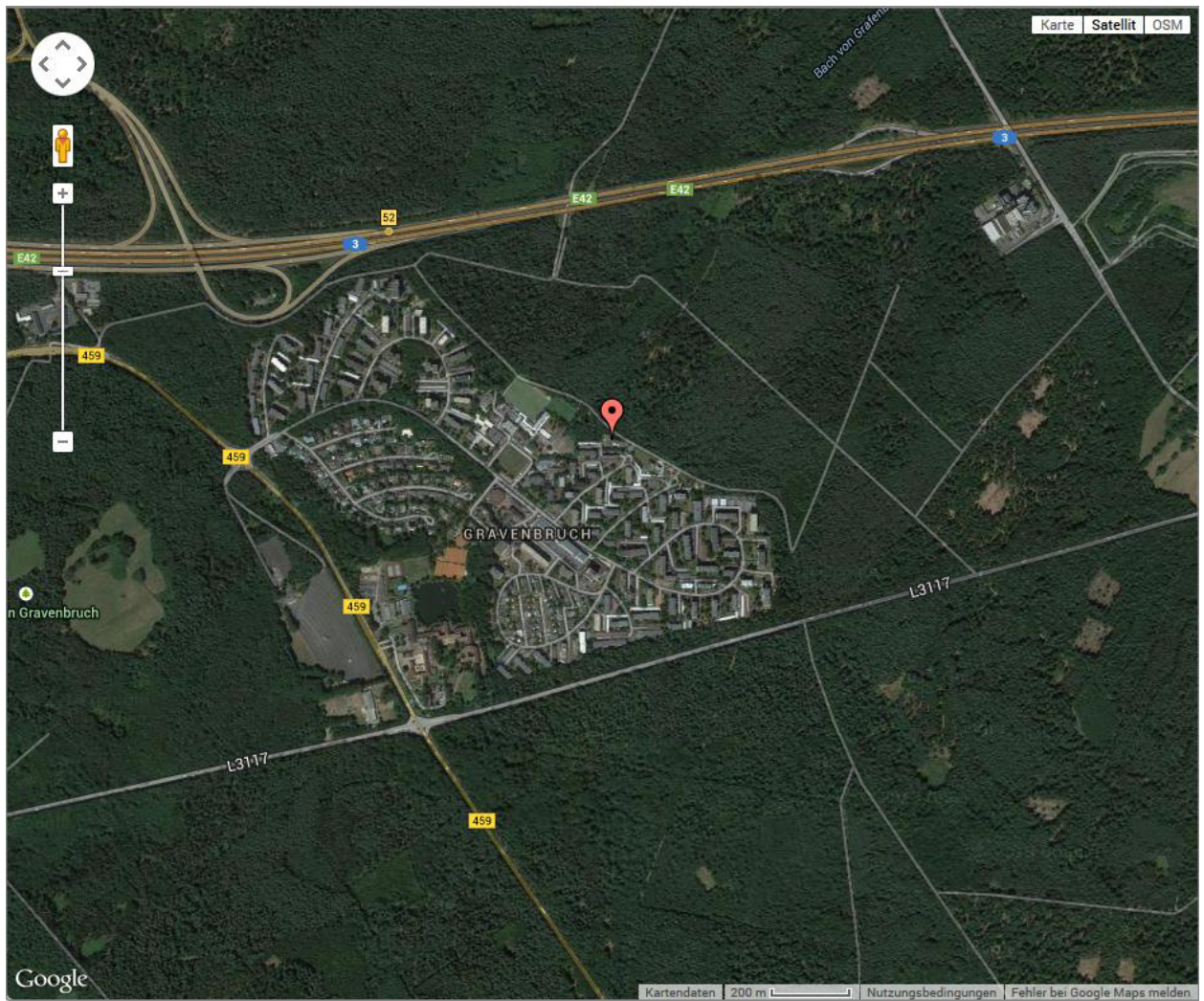


Abb. 1: Standort der Messstation MP-201 (Quelle: Google Earth)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 01.04.2014 bis zum 30.06.2014.

---

# Auswertung der Überflüge über Gravenbruch

---



## 2 Überflughöhen und Überflughöhenstaffelung

### 2.1 Auswertungsmethode und Erkennungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-201 haben folgende Ausdehnungsmaße:

- **Anflüge (BR25):** 2778 m (1,5 NM) rechts und 1 m links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 250°.

- **Abflüge 07-N (lang):** 3704 m (2 NM) links und 1 m rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 35°.

- **Abflüge 07-S/O:** 1852 m (1 NM) rechts und links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 120°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der identifizierten Fluggeräuschereignisse	Prozentueller Anteil der identifizierten Fluggeräuschereignisse
Anflüge (BR25)	20429	1270	6,22%
Abflüge 07-N (lang)	4980	1202	24,14%
Abflüge 07-S/O	4388	3775	86,03%

Zur Übersicht werden die Abbildungen der „Durchflugtore“ des Monats Juni 2014 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.

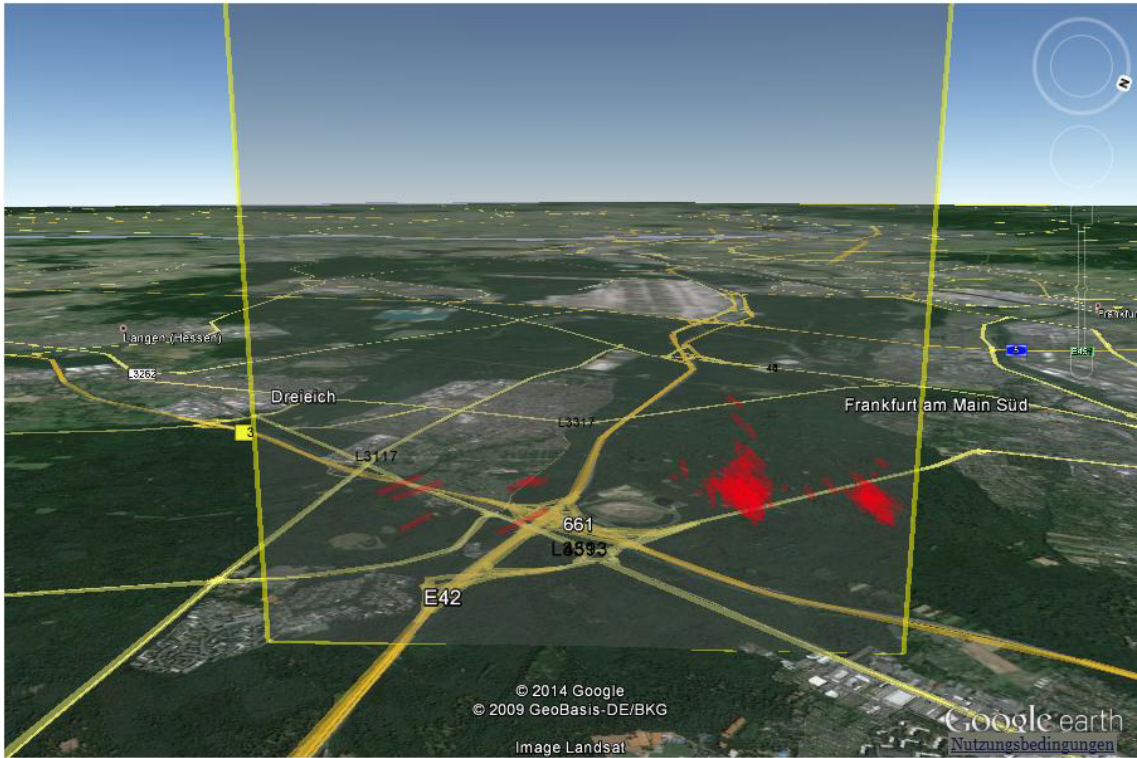


Abb. 2: BR25 - Identifizierte Anflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)

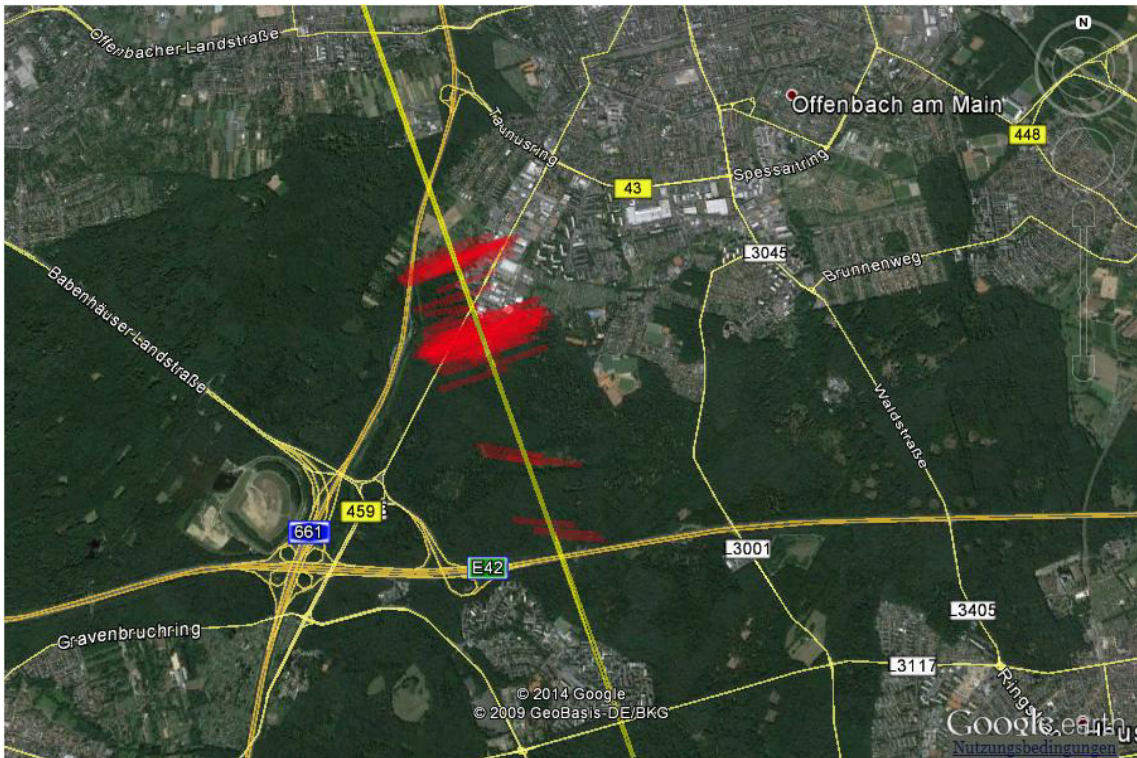


Abb. 3: BR25 - Identifizierte Anflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)





Abb. 4: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)

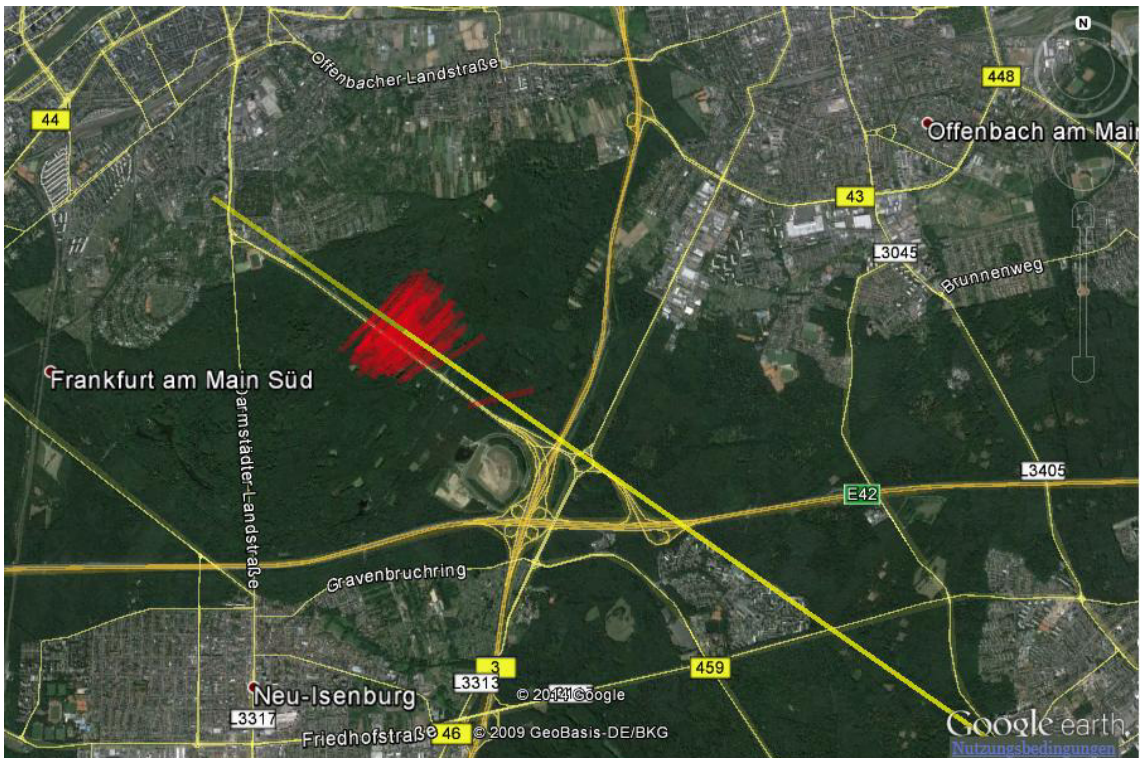


Abb. 5: BR07 (07-N lang) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)

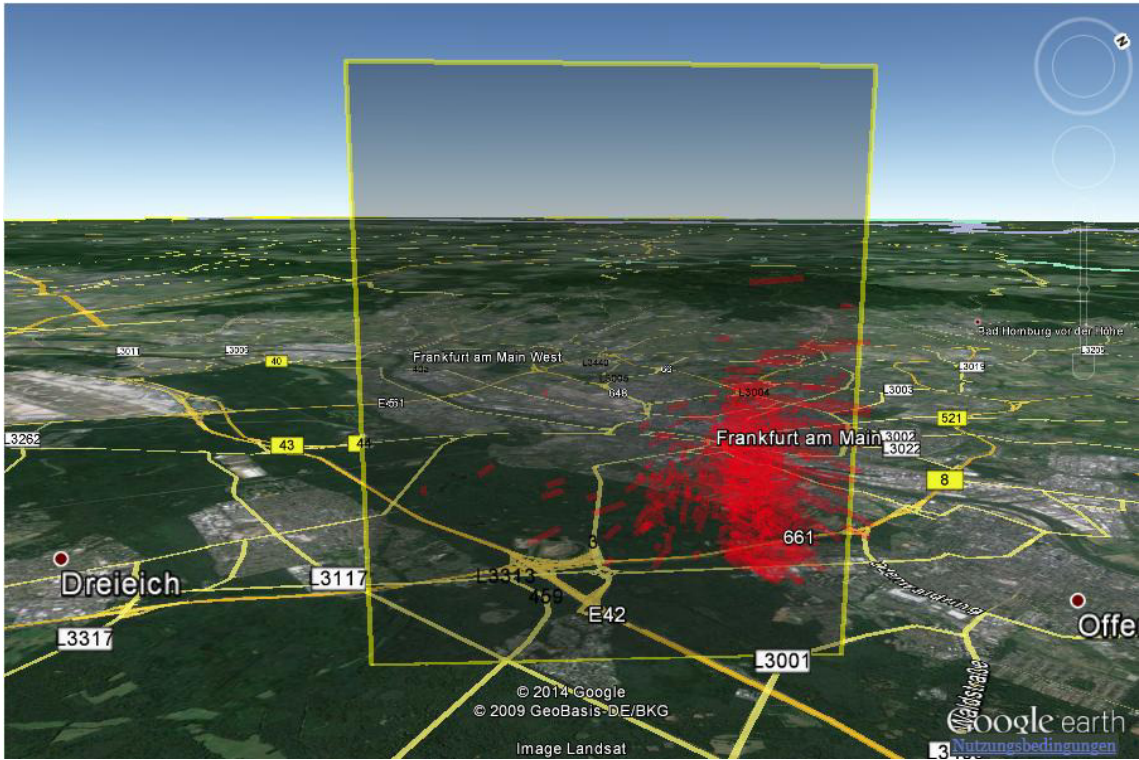


Abb. 6: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)

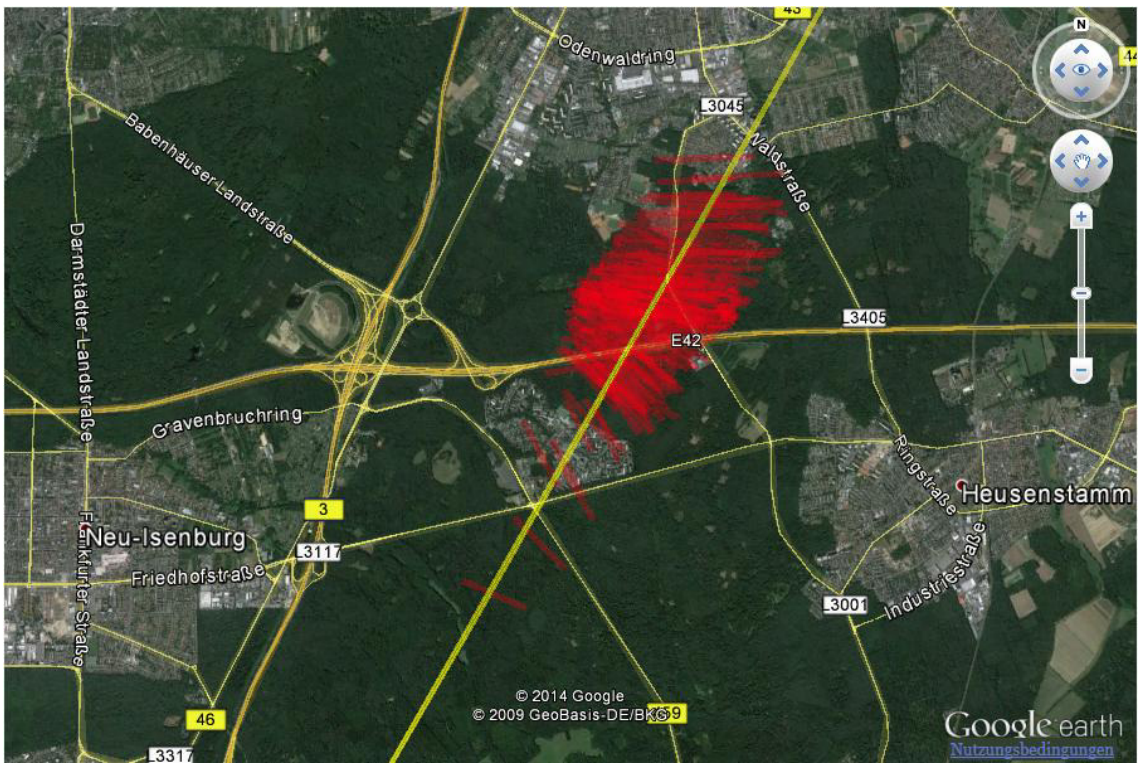


Abb. 7: BR07 (07-S/O) - Identifizierte Abflüge im Juni 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)

## 2.2 Bahnnutzung bzgl. Landungen

Bahnnutzung in %	Betriebsrichtung 25			Betriebsrichtung 07		
	RWY 25R	RWY 25C	RWY 25L	RWY 07L	RWY 07C	RWY 07R
April	28,29%	6,82%	30,26%	16,12%	0,97%	17,53%
Mai	27,11%	8,29%	26,09%	17,96%	0,60%	19,96%
Juni	21,16%	6,60%	22,77%	22,71%	1,49%	25,27%

## 2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
keine			

## 2.4 Anflüge bei Betriebsrichtung 25

### 2.4.1 Anflughöhen

Bei den Auswertungen der An- und Abflughöhen sowie der An- und 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*
April	2422	3684	2897	2892
Mai	2365	3797	2884	2881
Juni	2342	3701	2881	2877

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

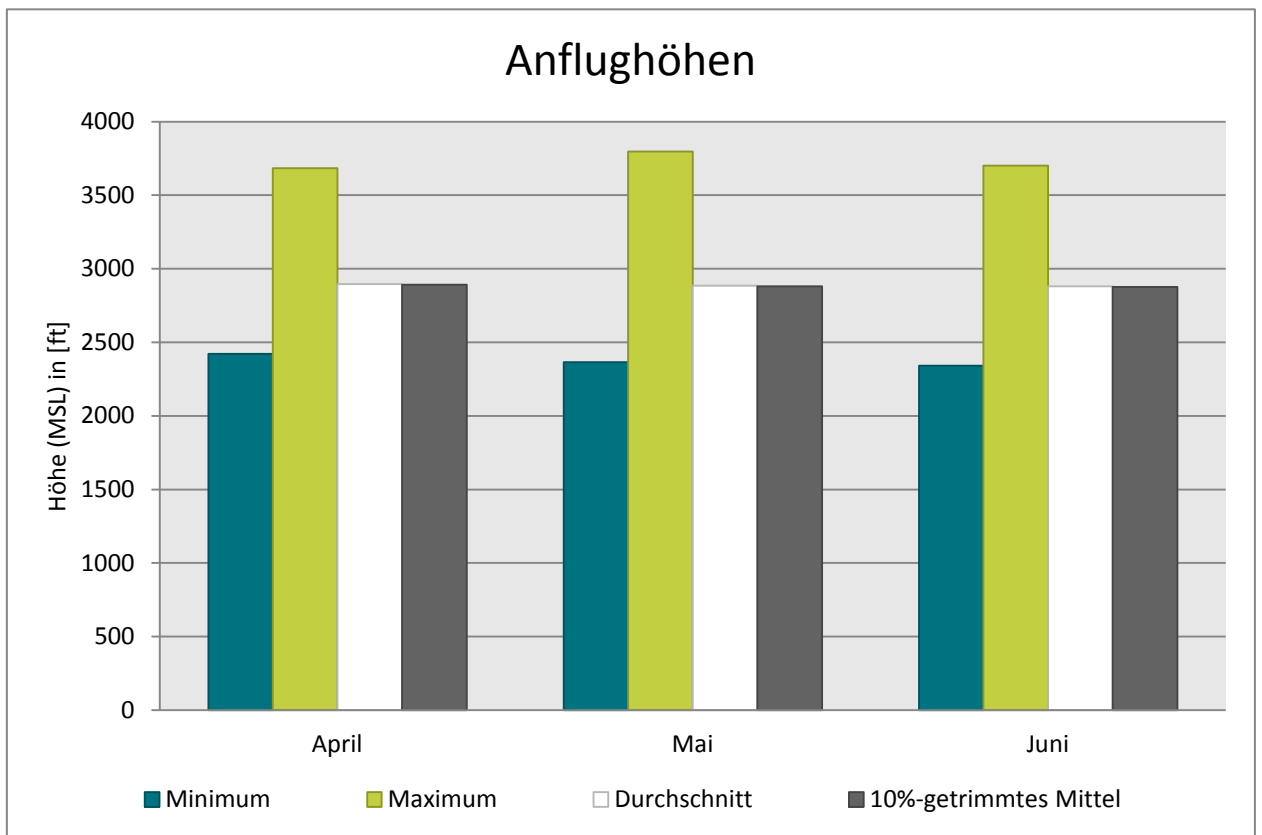


Abb. 8: Anflughöhen bei Betriebsrichtung 25

#### 2.4.2 Anflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2700 ft	2	3	2
von 2700 ft bis < 2800 ft	9	19	33
von 2800 ft bis < 2900 ft	233	255	265
von 2900 ft bis < 3000 ft	156	126	118
von 3000 ft bis < 3100 ft	16	8	6
von 3100 ft bis < 3200 ft	3	3	4
von 3200 ft bis < 3300 ft	0	0	1
>= 3300 ft	3	2	3
Summe:	422	416	432

Der prozentuale Anteil der Anflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2700 ft	0,47%	0,72%	0,46%
von 2700 ft bis < 2800 ft	2,13%	4,57%	7,64%
von 2800 ft bis < 2900 ft	55,21%	61,30%	61,34%
von 2900 ft bis < 3000 ft	36,97%	30,29%	27,31%
von 3000 ft bis < 3100 ft	3,79%	1,92%	1,39%
von 3100 ft bis < 3200 ft	0,71%	0,72%	0,93%
von 3200 ft bis < 3300 ft	0,00%	0,00%	0,23%
>= 3300 ft	0,71%	0,48%	0,69%

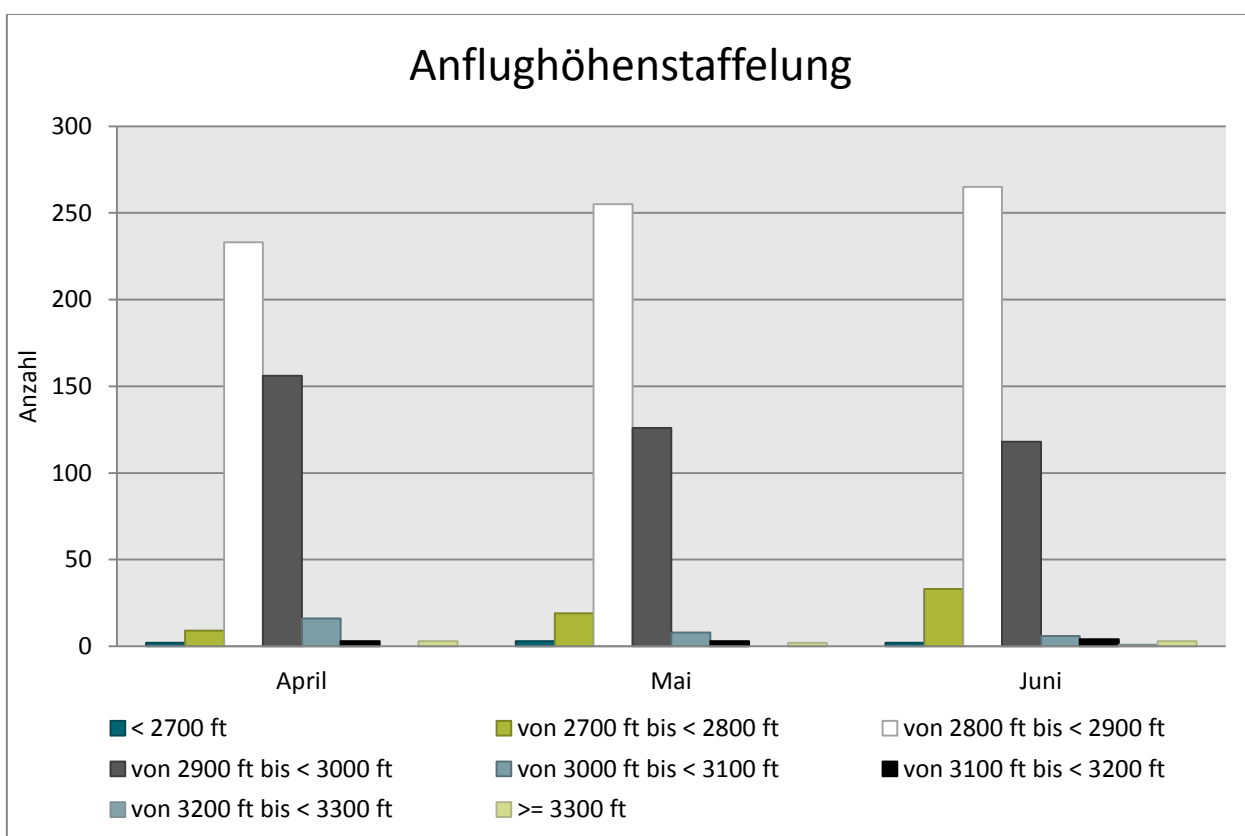


Abb. 9: Anflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25

## 2.5 Abflüge bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang)

### 2.5.1 Abflughöhen

Höhe (MSL) in [ft]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel
April	2321	5942	3754	3730
Mai	2426	7848	3732	3710
Juni	2443	6091	3706	3684

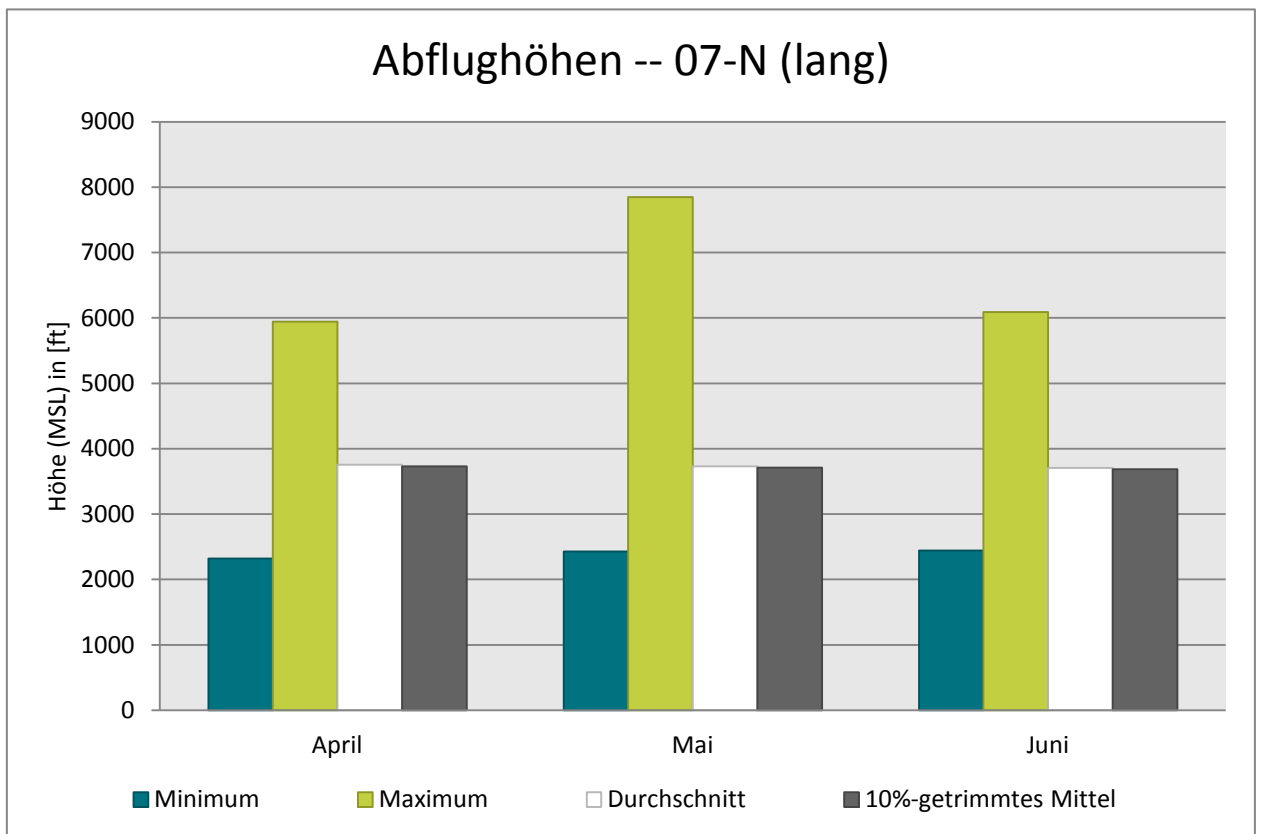


Abb. 10: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang)

## 2.5.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2500 ft	6	7	6
von 2500 ft bis < 3500 ft	97	164	183
von 3500 ft bis < 4500 ft	114	237	239
von 4500 ft bis < 5500 ft	39	50	48
von 5500 ft bis < 6500 ft	4	3	3
>= 6500 ft	0	2	0
<b>Summe</b>	<b>260</b>	<b>463</b>	<b>479</b>

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2500 ft	2,31%	1,51%	1,25%
von 2500 ft bis < 3500 ft	37,31%	35,42%	38,20%
von 3500 ft bis < 4500 ft	43,85%	51,19%	49,90%
von 4500 ft bis < 5500 ft	15,00%	10,80%	10,02%
von 5500 ft bis < 6500 ft	1,54%	0,65%	0,63%
>= 6500 ft	0,00%	0,43%	0,00%

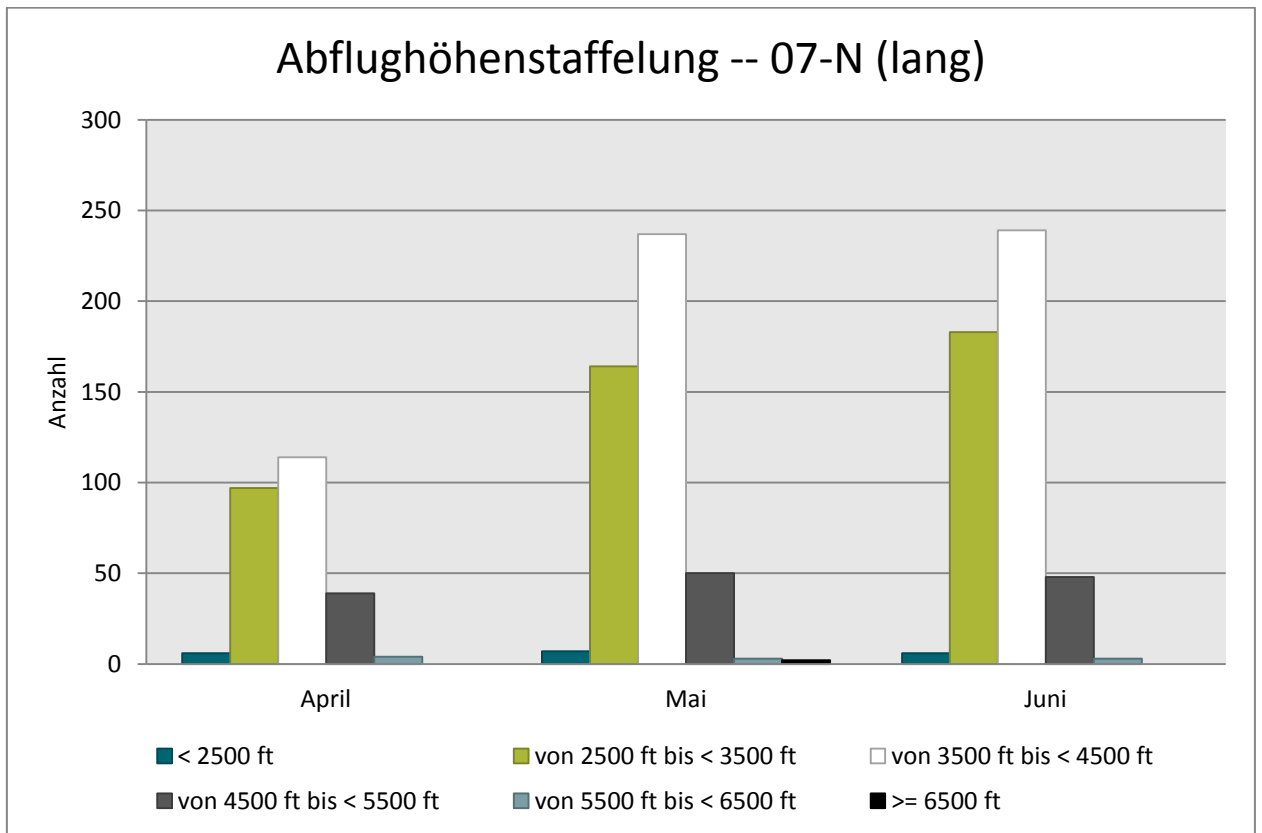


Abb. 11: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-N (lang)

## 2.6 Abflüge bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O

### 2.6.1 Abflughöhen

Höhe (MSL) in [ft]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel
April	2605	10444	5191	5188
Mai	2694	9204	5138	5141
Juni	2470	8258	4843	4845



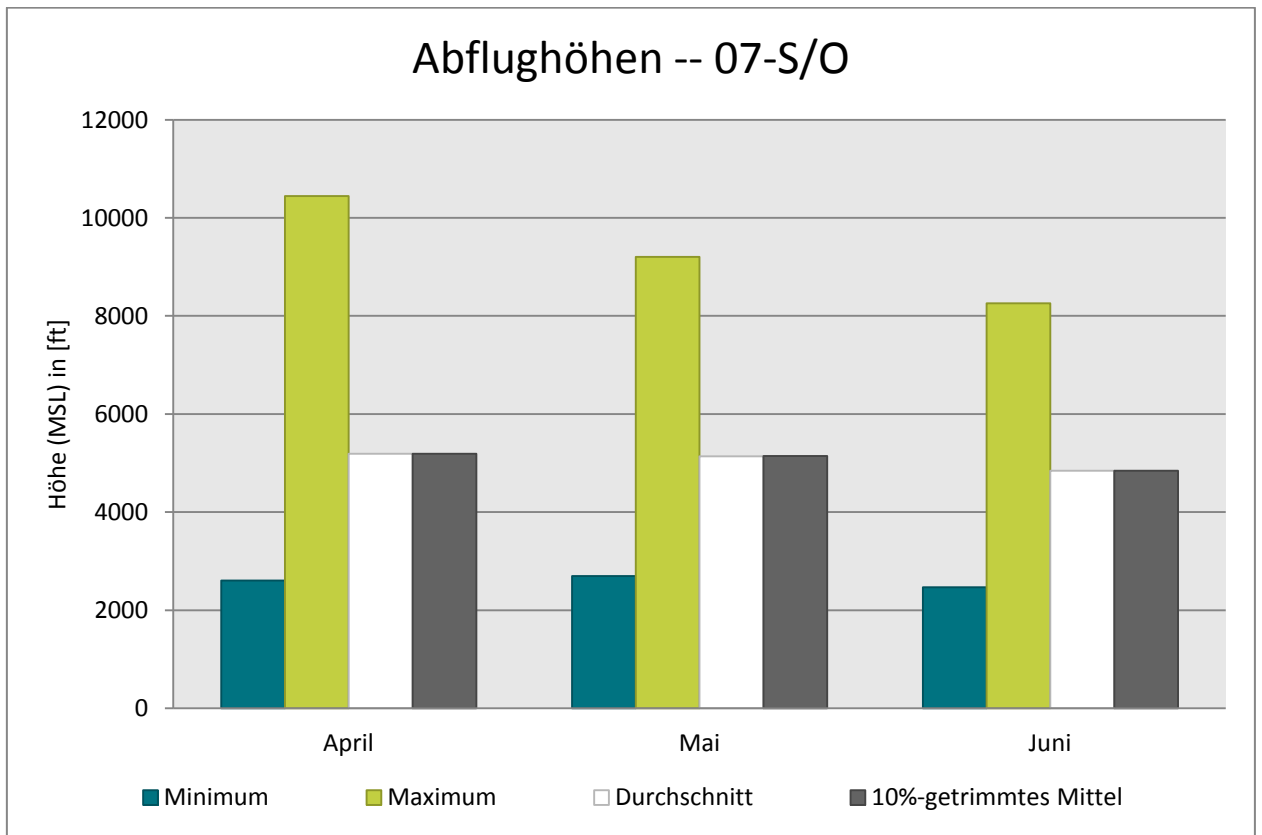


Abb. 12: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O

#### 2.6.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2500 ft	0	0	1
von 2500 ft bis < 3500 ft	67	93	152
von 3500 ft bis < 4500 ft	167	233	386
von 4500 ft bis < 5500 ft	354	423	657
von 5500 ft bis < 6500 ft	276	363	339
von 6500 ft bis < 7500 ft	80	100	57
von 7500 ft bis < 8500 ft	12	6	4
>= 8500 ft	4	1	0
<b>Summe</b>	<b>960</b>	<b>1219</b>	<b>1596</b>

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	April	Mai	Juni
< 2500 ft	0,00%	0,00%	0,06%
von 2500 ft bis < 3500 ft	6,98%	7,63%	9,52%
von 3500 ft bis < 4500 ft	17,40%	19,11%	24,19%
von 4500 ft bis < 5500 ft	36,88%	34,70%	41,17%
von 5500 ft bis < 6500 ft	28,75%	29,78%	21,24%
von 6500 ft bis < 7500 ft	8,33%	8,20%	3,57%
von 7500 ft bis < 8500 ft	1,25%	0,49%	0,25%
>= 8500 ft	0,42%	0,08%	0,00%

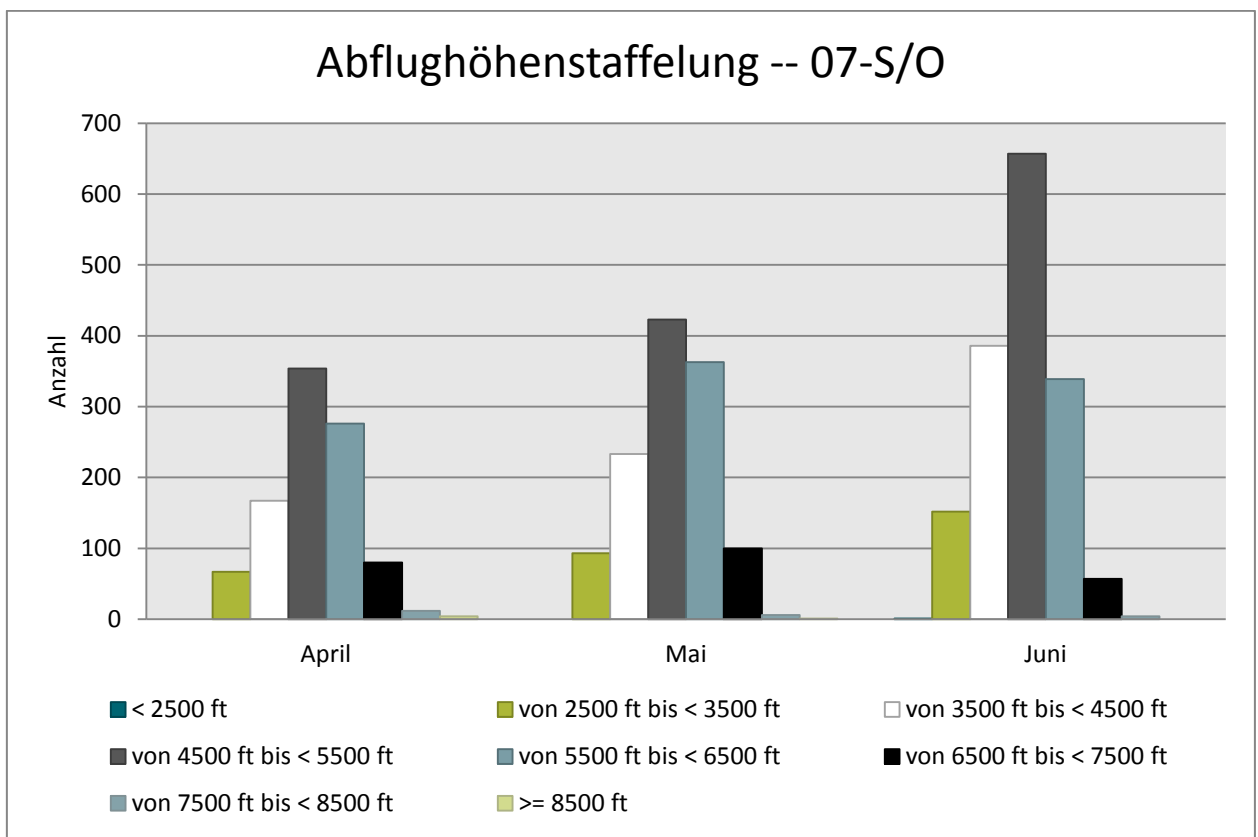


Abb. 13: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07 -- Abflugroute 07-S/O

---

# Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-201)

---



### 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	BR25 & BR07
April	1499	143	1642
Mai	1937	161	2098
Juni	2279	228	2507

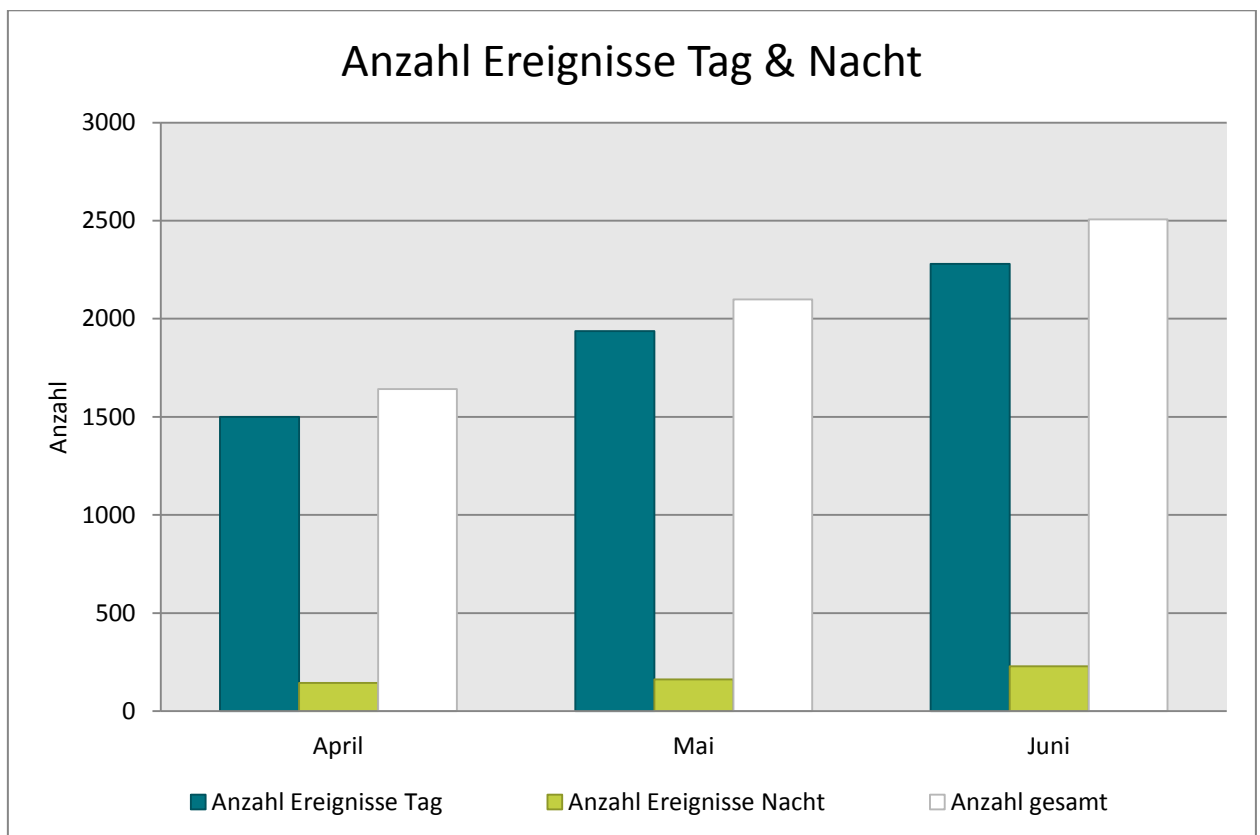


Abb. 14: Anzahl Fluggeräuschereignisse (Tag und Nacht)

## 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)	75 - 80 dB(A)	80 - 85 dB(A)
April	312	553	474	141	17	2
Mai	383	732	604	172	45	1
Juni	370	838	798	231	42	0

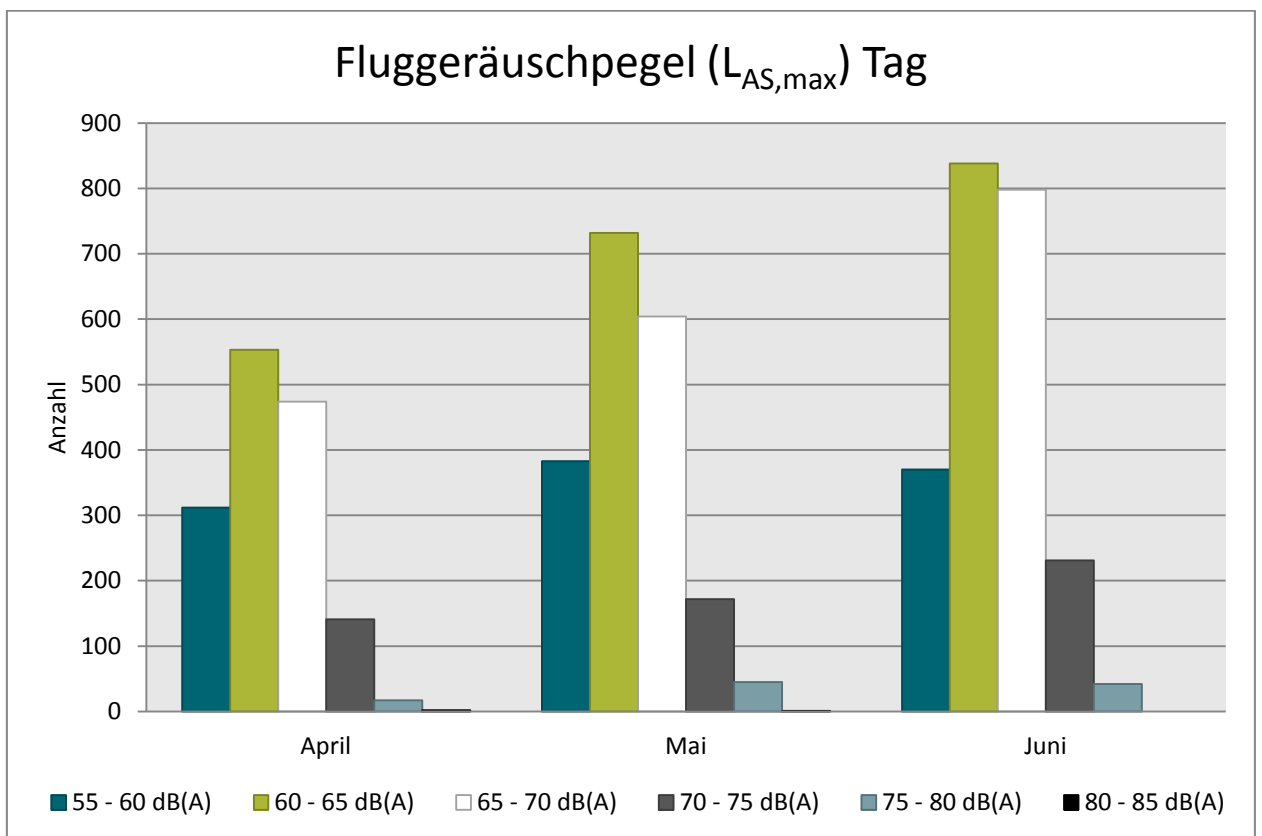


Abb. 15: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)
April	15	49	45	25	8	1
Mai	18	57	51	30	5	0
Juni	27	60	78	50	13	0

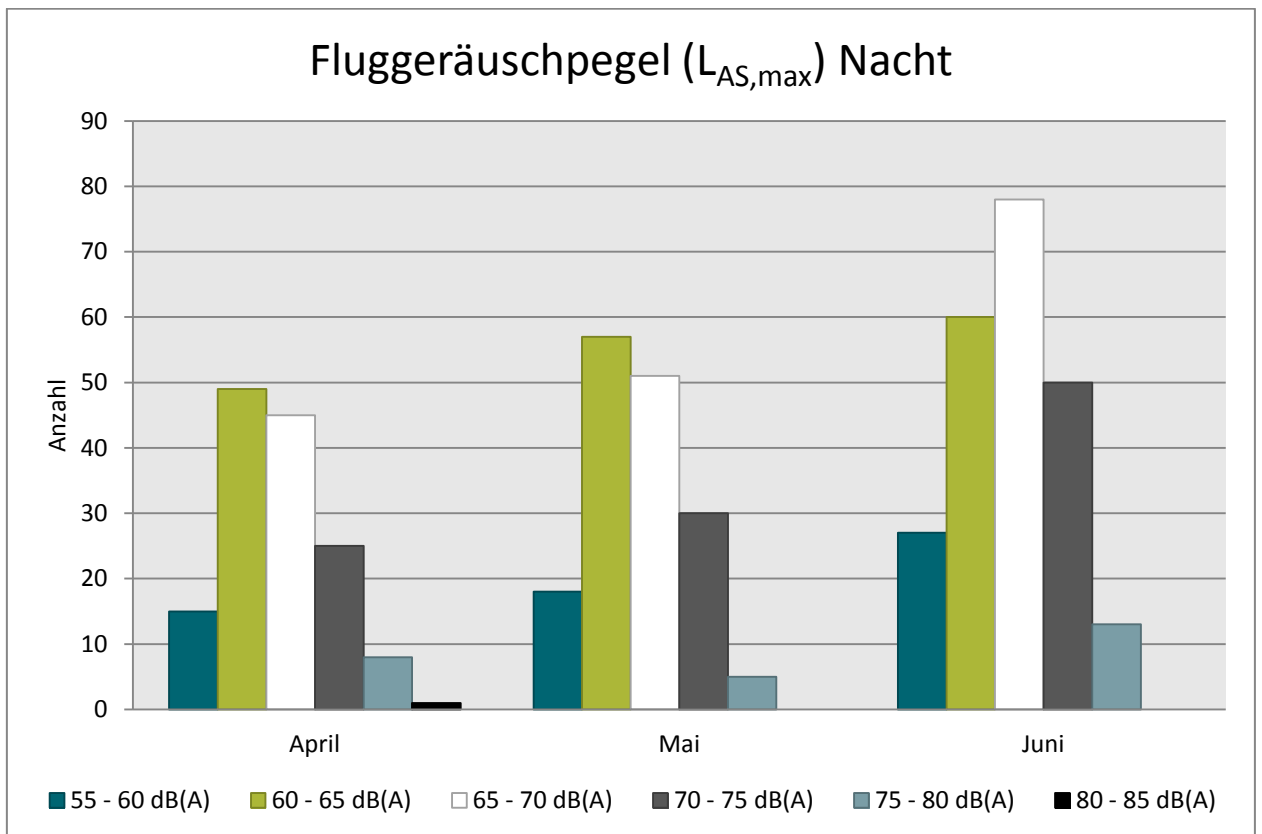


Abb. 16: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

## 4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	$L_{DIN,T}$	$L_{DIN,N}$	NAT68	NAT72	$L_{eq,T}$	$L_{eq,N}$	$L_{95,T}$	$L_{95,N}$
April	47,1	42,9	50	17	54,4	52,8	49,5	46,9
Mai	48,3	42,4	52	21	54,7	53,6	49,0	47,0
Juni	49,2	44,8	83	41	55,5	54,4	48,4	46,9

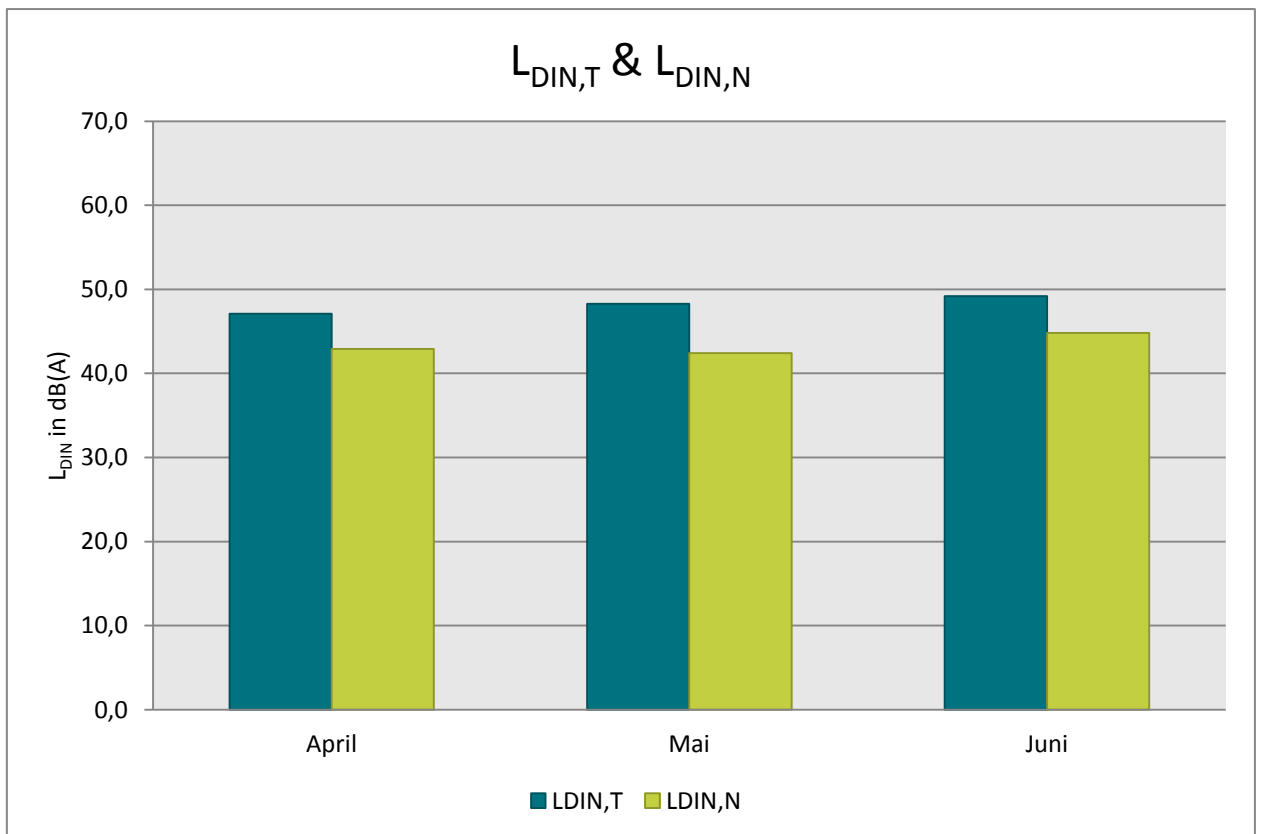


Abb. 17:  $L_{DIN}$  Tag und Nacht

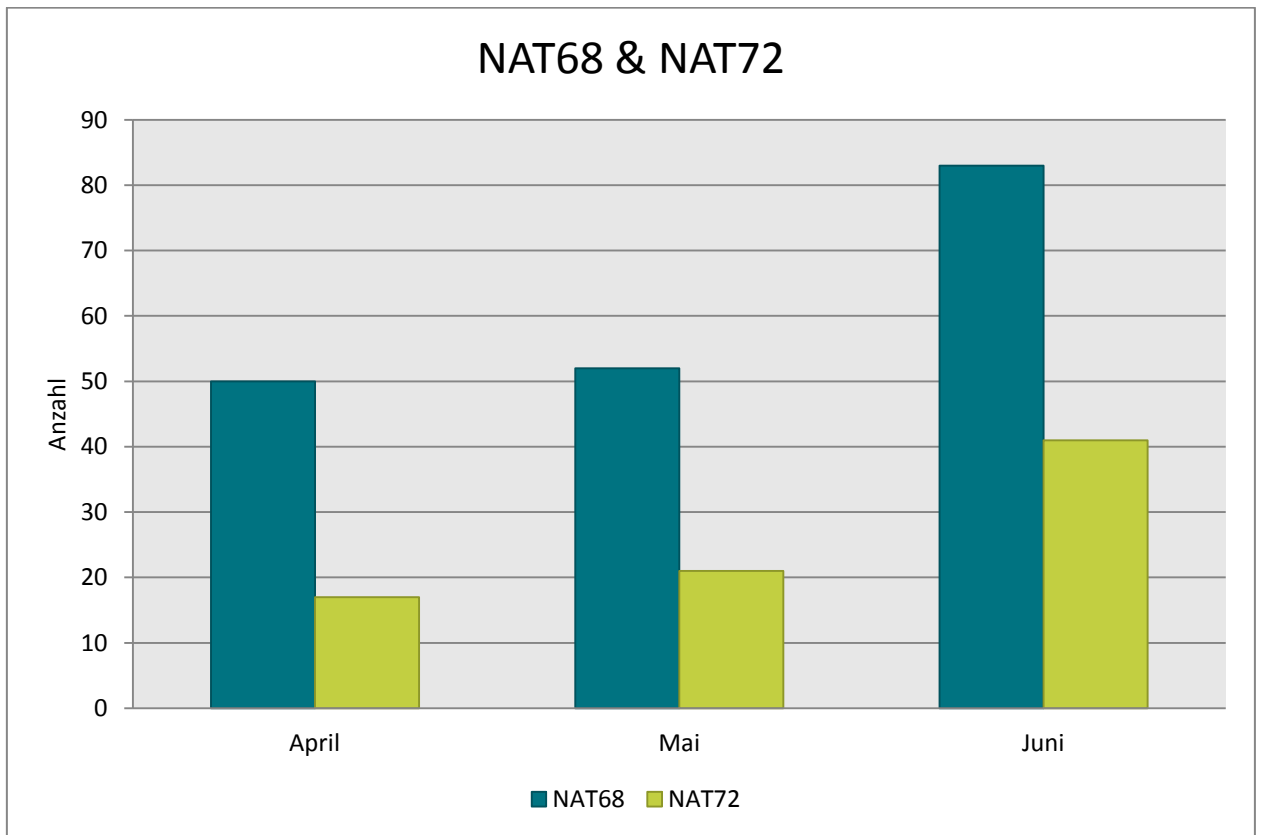


Abb. 18: NAT68 und NAT72

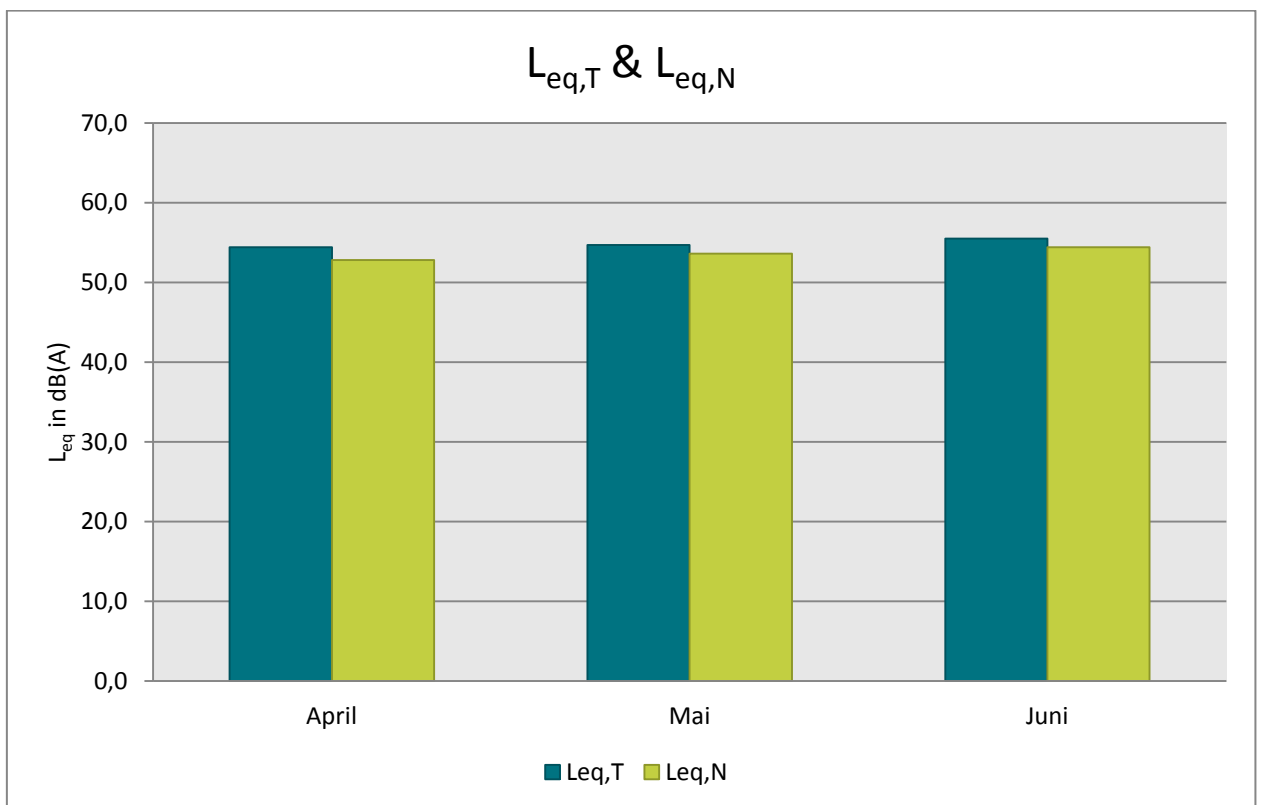


Abb. 19:  $L_{eq}$  Tag und Nacht



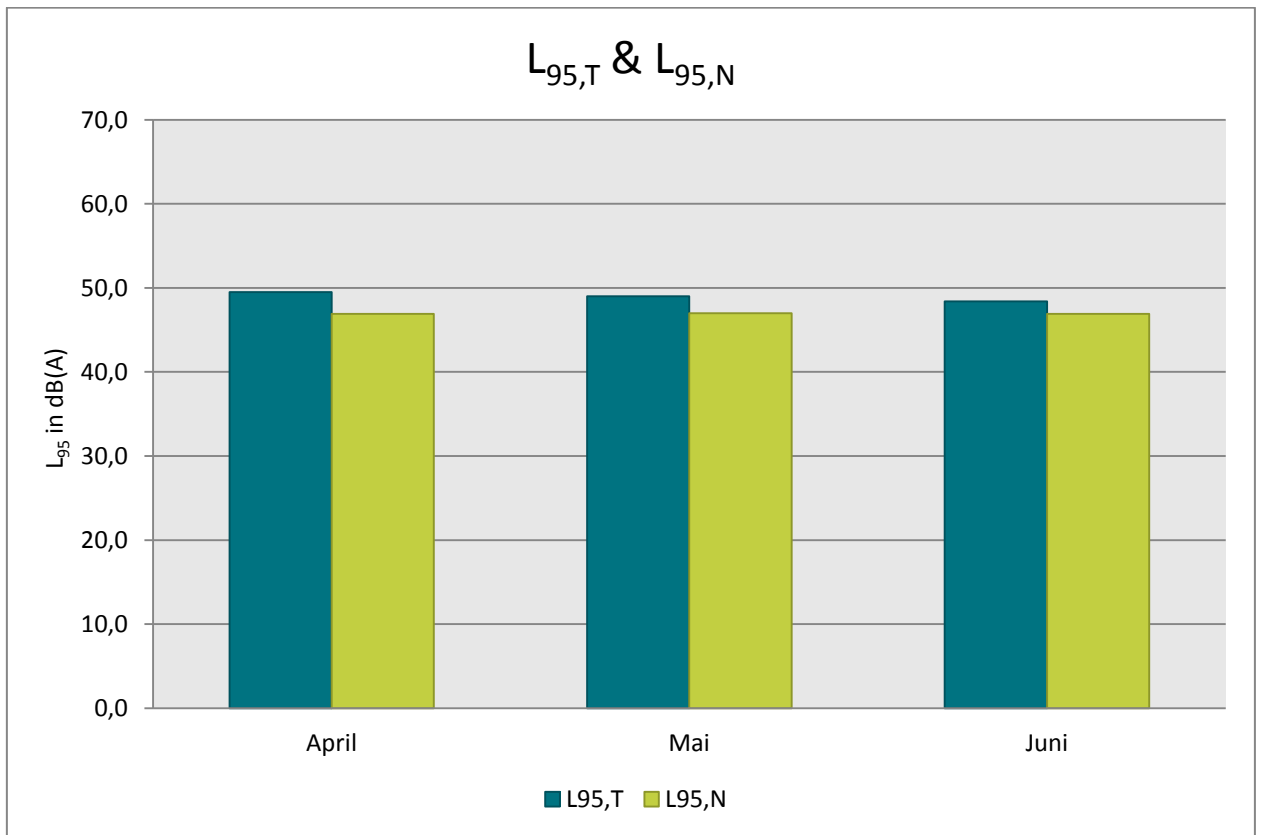


Abb. 20: L<sub>95</sub> Tag und Nacht

### 4.3 Jahresübersicht 2014

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	44,9	38,4	17	7	53,6	56,1	49,1	45,1
Februar	42,9	38,6	14	7	53,3	48,5	49,2	45,3
März	47,1	42,8	54	24	55,1	52,0	50,1	48,4
April	47,1	42,9	50	17	54,4	52,8	49,5	46,9
Mai	48,3	42,4	52	21	54,7	53,6	49,0	47,0
Juni	49,2	44,8	83	41	55,5	54,4	48,4	46,9
Juli								
August								
September								
Oktober								
November								
Dezember								

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



# 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.

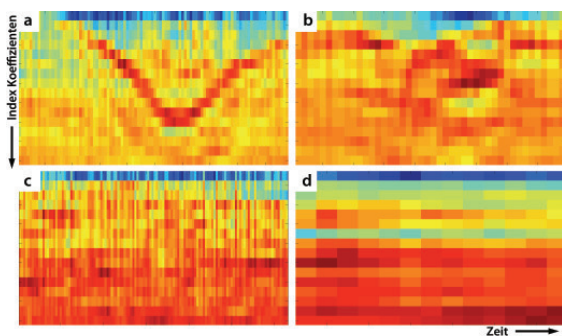


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

## 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.

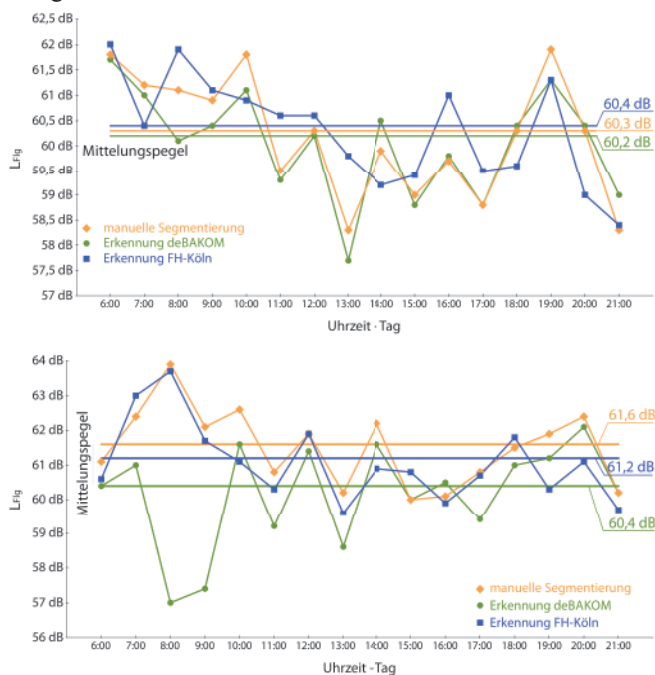


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

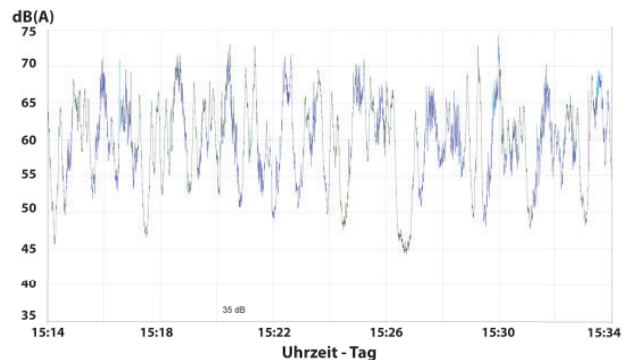
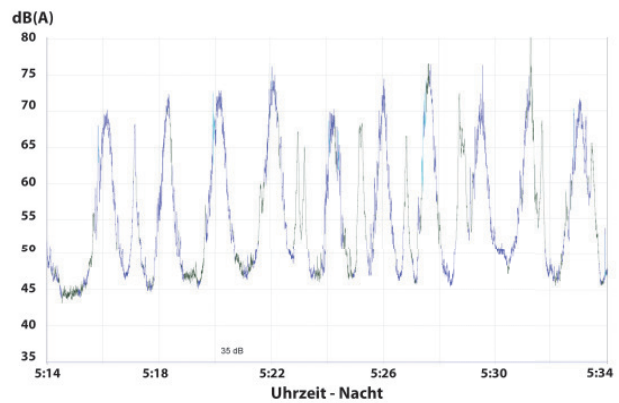


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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