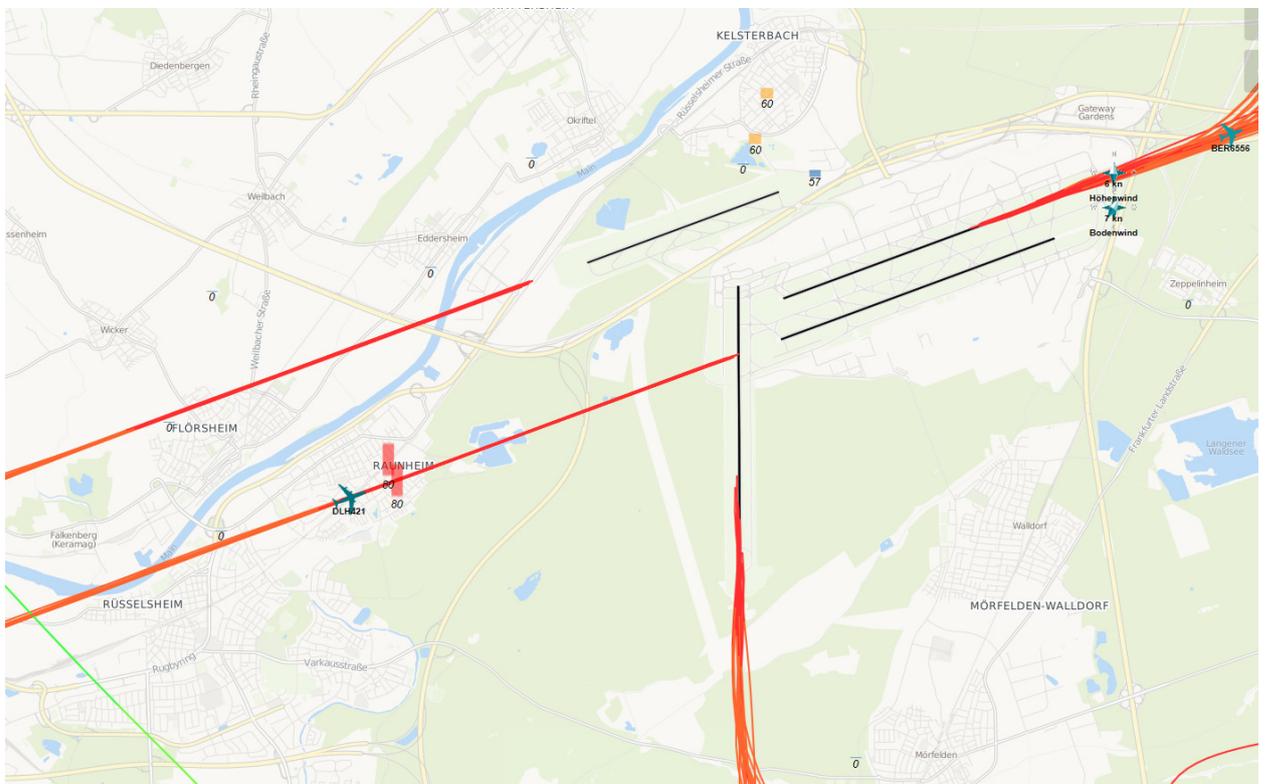


# Auswertung der Überflüge sowie der Fluggeräuschmessdaten des MP-111 in Raunheim

Berichtszeitraum: Juli 2014 – September 2014 | Stand 26.01.2015



# 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 07	11
2.4.1	Anflughöhen	11
2.4.2	Anflughöhenstaffelung	12
2.5	Abflüge bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung	14
2.5.1	Abflughöhen	14
2.5.2	Abflughöhenstaffelung	15
2.6	Abflüge bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken	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-111 (Quelle: Google Earth) .....	5
Abb. 2: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth) .....	8
Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth) .....	8
Abb. 4: BR25 Südumfliegung - Identifizierte Abflüge im September 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth) .....	9
Abb. 5: BR25 Südumfliegung - Identifizierte Abflüge im September 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth) .....	9
Abb. 6: BR25 Nordwest-Abflugstrecken - Identifizierte Abflüge im September 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth) .....	10
Abb. 7: BR25 Nordwest-Abflugstrecken - Identifizierte Abflüge im September 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth) .....	10
Abb. 8: Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07 .....	12
Abb. 9: Anflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07 .....	13
Abb. 10: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung .....	14
Abb. 11: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung .....	16
Abb. 12: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken .....	17
Abb. 13: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken .....	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 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 Messstation auf dem Grundstück der Stadtwerke Raunheim wurde am 8. August 2011 in Betrieb genommen. Die Koordinaten des Standortes (MP-111) lauten: 32 U 461590; 5539789 [UTM]. Die Messhöhe des Mikrofons beträgt 4 m über dem Dach des Hauses (ca. 10 m ü. Grund).

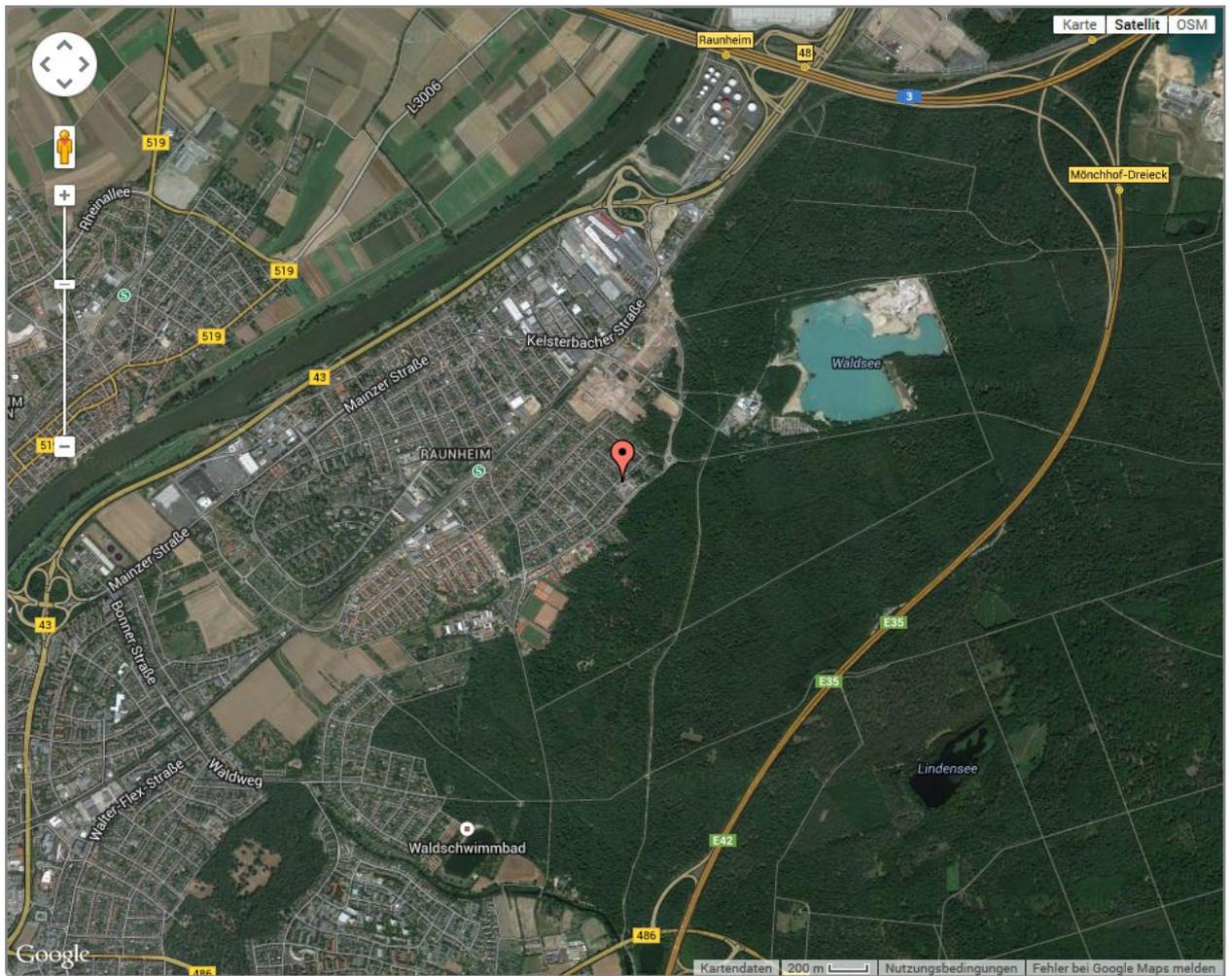


Abb. 1: Standort der Messstation MP-111 (Quelle: Google Earth)

Diese Auswertung umfasst Daten vom 01.07.2014 bis zum 30.09.2014.

---

# Auswertung der Überflüge über Raunheim

---



## 2 Überflughöhen und Überflughöhenstaffelung

### 2.1 Auswertungsmethode und Erkennungsrate

Die Auswertebereiche für die Überflüge über dem MP-111 haben folgende Ausdehnungsmaße:

- **Anflüge (BR07):** Breite jeweils 926 m (0,5 NM) links und rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 70°.
- **Abflüge (BR25) Südumfliegung (SU):** 2778 m (1,5 NM) links und 1 m rechts der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 190°.
- **Abflüge (BR25) Nordwest-Abflugstrecken (NW):** 2778 m (1,5 NM) rechts und 1 m links der Station; die Auswertungshöhe beträgt maximal 4500 m über NN (MSL), die Ausrichtung des Tores beträgt 275°.

	Anzahl der Flüge durch die o.g. Tore	Anzahl der identifizierten Fluggeräuschereignisse	Prozentueller Anteil der identifizierten Fluggeräuschereignisse
Anflüge (BR07)	10857	8511	78,39%
Abflüge (BR25) SU	10829	7783	71,87%
Abflüge (BR25) NW	4809	2735	56,87%

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

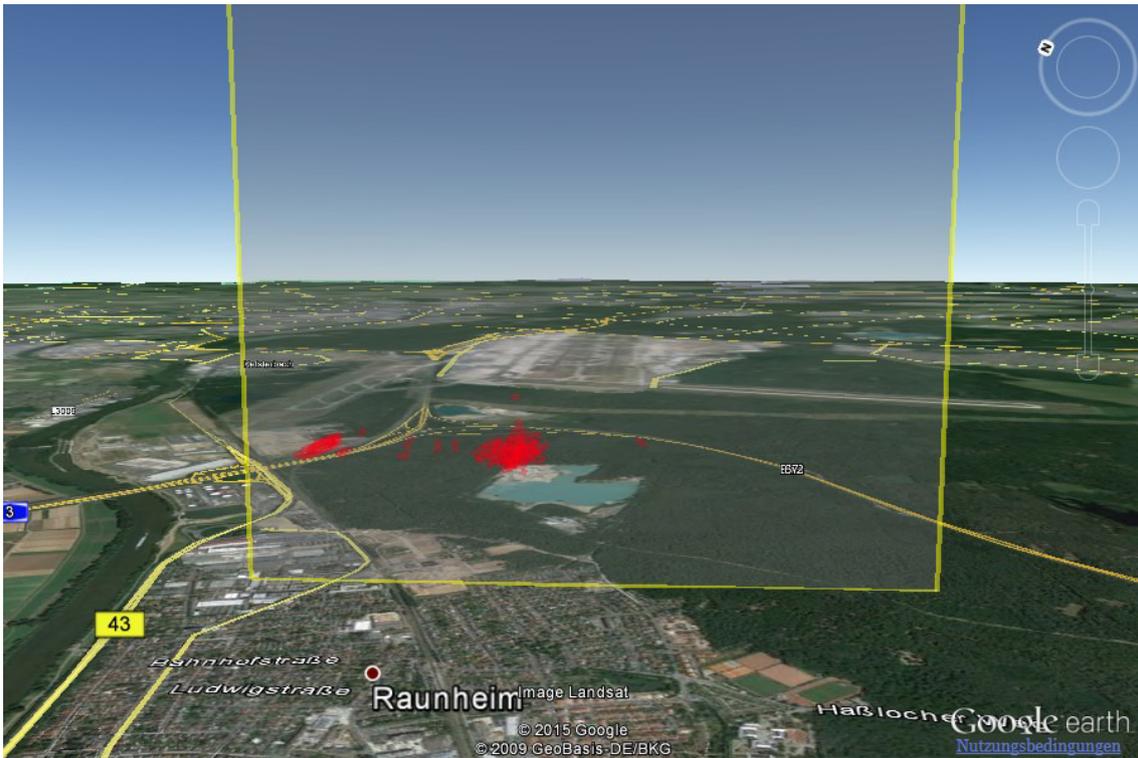


Abb. 2: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)



Abb. 3: BR07 - Identifizierte Anflüge im September 2014, Draufsicht (Quelle: Google Earth)

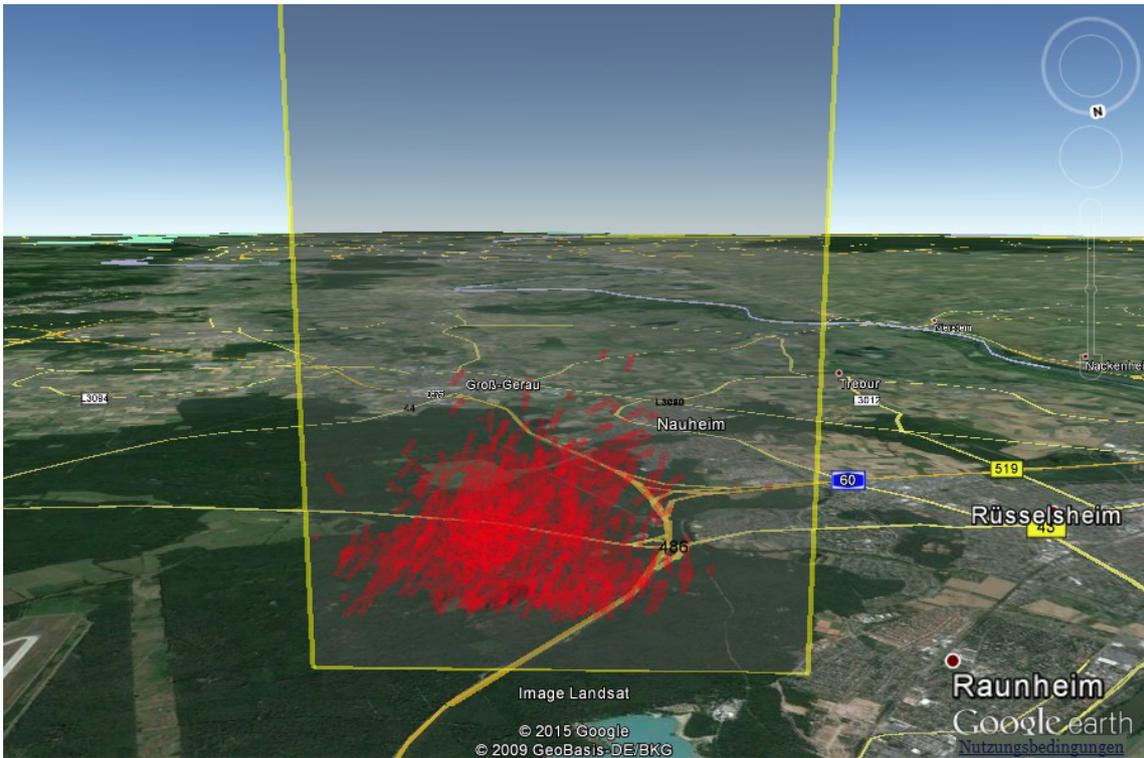


Abb. 4: BR25 Südumfliegung - Identifizierte Abflüge im September 2014, Vorderansicht (Quelle: Google Earth)



Abb. 5: BR25 Südumfliegung - Identifizierte Abflüge im September 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
Juli	27,10%	5,86%	32,50%	15,98%	0,10%	18,45%
August	36,42%	10,52%	41,29%	5,61%	0,08%	6,07%
September	21,50%	4,72%	25,04%	22,46%	0,37%	25,91%

## 2.3 Ausfallzeiten

Beginn	Ende	Ausfallzeit in Std.	Ausfallgrund
12.08.2014 11:00	13.08.2014 10:59	24 h	Hardwarefehler

## 2.4 Anflüge bei Betriebsrichtung 07

### 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*
Juli	1167	1882	1273	1272
August	1177	1547	1284	1283
September	1078	1756	1288	1287

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

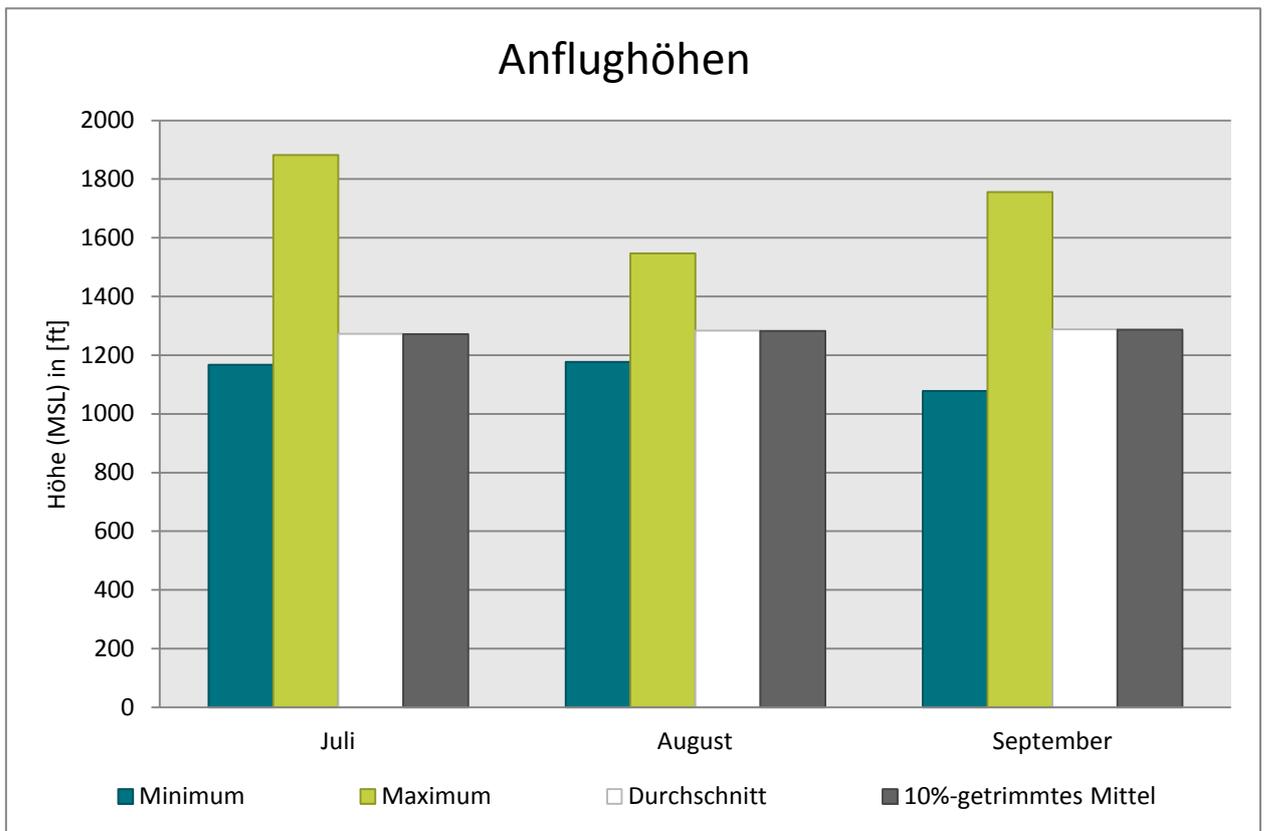


Abb. 8: Anflughöhen bei Betriebsrichtung 07

#### 2.4.2 Anflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1200 ft	19	2	6
von 1200 ft bis < 1300 ft	2634	726	3033
von 1300 ft bis < 1400 ft	488	250	1314
von 1400 ft bis < 1500 ft	14	7	12
von 1500 ft bis < 1600 ft	0	1	1
>= 1600 ft	3	0	1
<b>Summe</b>	<b>3158</b>	<b>986</b>	<b>4367</b>

Der prozentuale Anteil der Anflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1200 ft	0,60%	0,20%	0,14%
von 1200 ft bis < 1300 ft	83,41%	73,63%	69,45%
von 1300 ft bis < 1400 ft	15,45%	25,35%	30,09%
von 1400 ft bis < 1500 ft	0,44%	0,71%	0,27%
von 1500 ft bis < 1600 ft	0,00%	0,10%	0,02%
>= 1600 ft	0,09%	0,00%	0,02%

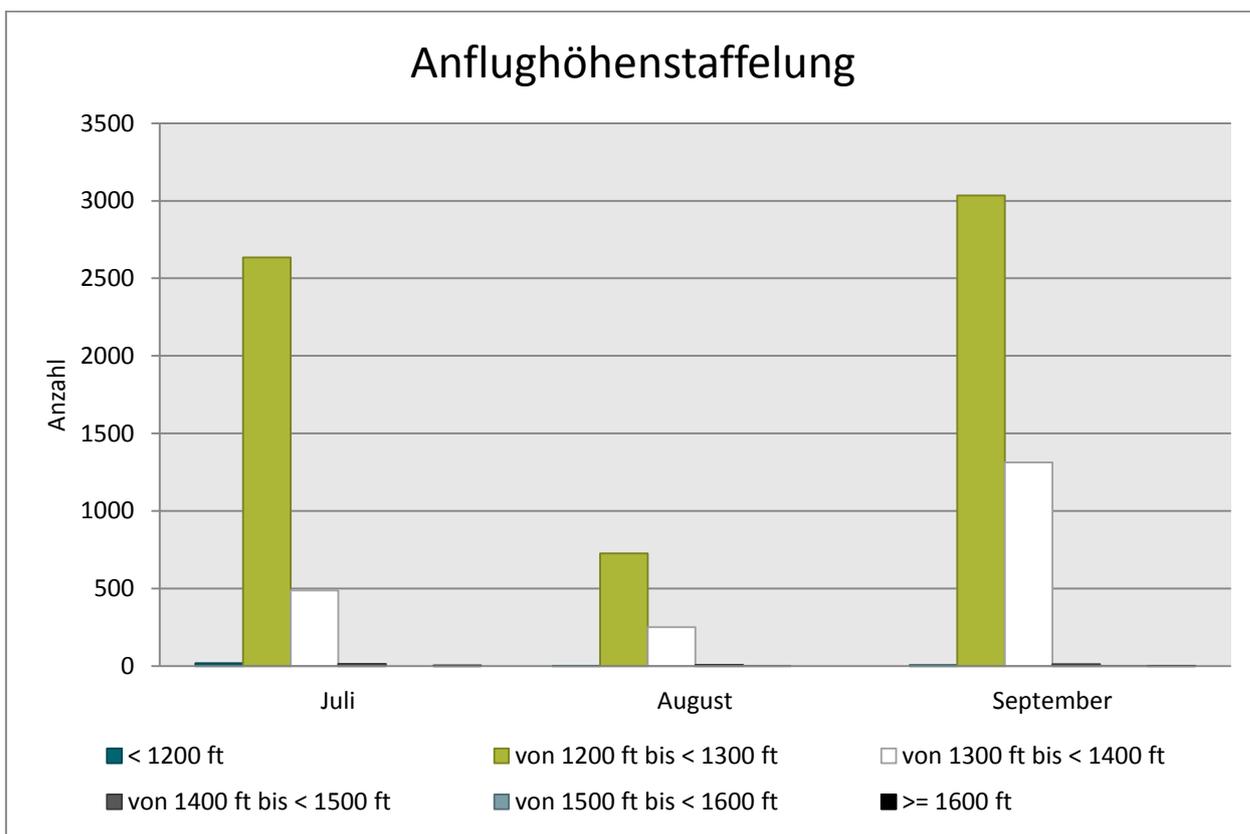


Abb. 9: Anflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 07

## 2.5 Abflüge bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung

### 2.5.1 Abflughöhen

Höhe (MSL) in [ft]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel
Juli	1452	7207	2830	2817
August	1354	6320	2962	2951
September	1442	6385	2826	2813

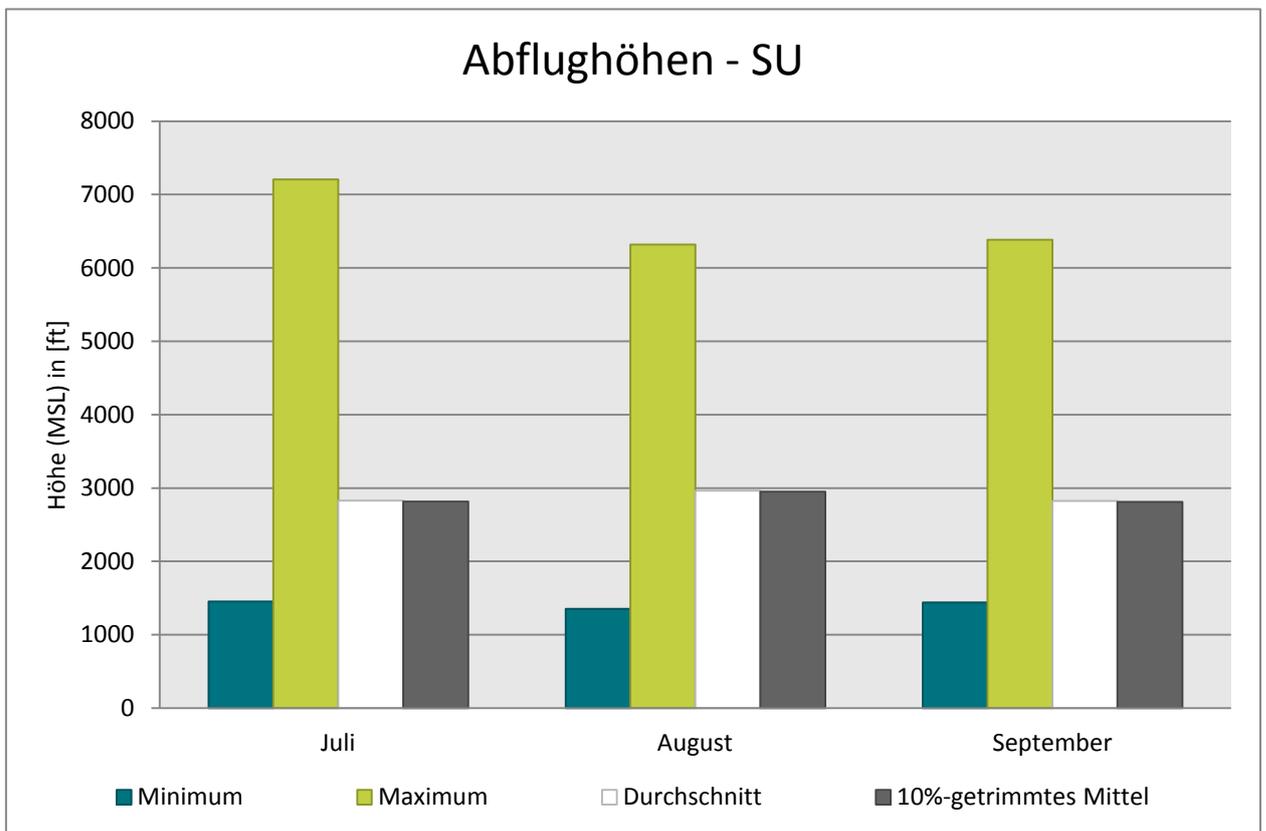


Abb. 10: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung

## 2.5.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1500 ft	4	1	3
von 1500 ft bis < 2000 ft	241	262	234
von 2000 ft bis < 2500 ft	311	344	253
von 2500 ft bis < 3000 ft	1085	992	982
von 3000 ft bis < 3500 ft	581	980	494
von 3500 ft bis < 4000 ft	204	352	175
von 4000 ft bis < 4500 ft	56	104	55
von 4500 ft bis < 5000 ft	10	26	11
von 5000 ft bis < 5500 ft	3	8	4
>= 5500 ft	3	2	3
<b>Summe</b>	<b>2498</b>	<b>3071</b>	<b>2214</b>

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1500 ft	0,16%	0,03%	0,14%
von 1500 ft bis < 2000 ft	9,65%	8,53%	10,57%
von 2000 ft bis < 2500 ft	12,45%	11,20%	11,43%
von 2500 ft bis < 3000 ft	43,43%	32,30%	44,35%
von 3000 ft bis < 3500 ft	23,26%	31,91%	22,31%
von 3500 ft bis < 4000 ft	8,17%	11,46%	7,90%
von 4000 ft bis < 4500 ft	2,24%	3,39%	2,48%
von 4500 ft bis < 5000 ft	0,40%	0,85%	0,50%
von 5000 ft bis < 5500 ft	0,12%	0,26%	0,18%
>= 5500 ft	0,12%	0,07%	0,14%

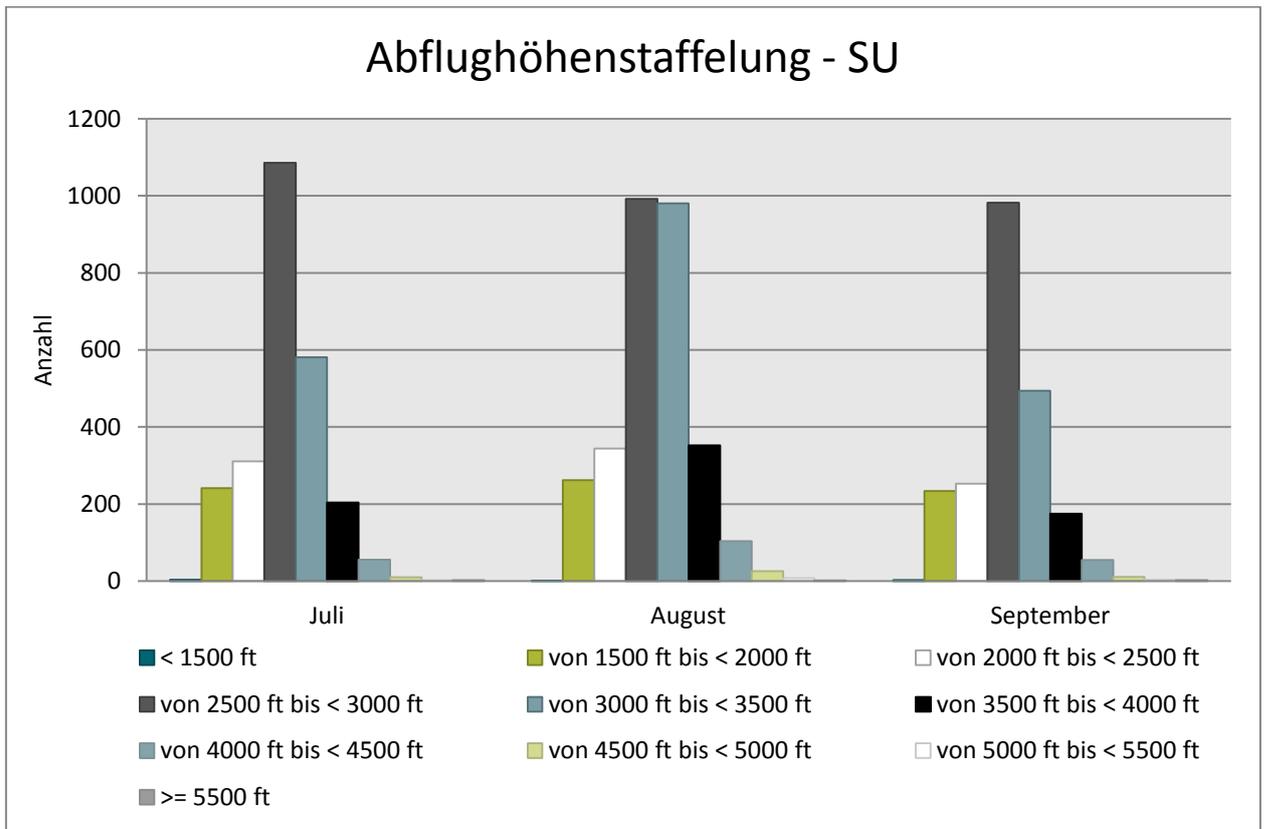


Abb. 11: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 -- Südumfliegung

## 2.6 Abflüge bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken

### 2.6.1 Abflughöhen

Höhe (MSL) in [ft]	Minimum	Maximum	Durchschnitt aller Flüge	10%-getrimmtes Mittel
Juli	1473	6019	2907	2889
August	1587	5966	2956	2939
September	1584	5215	2854	2846

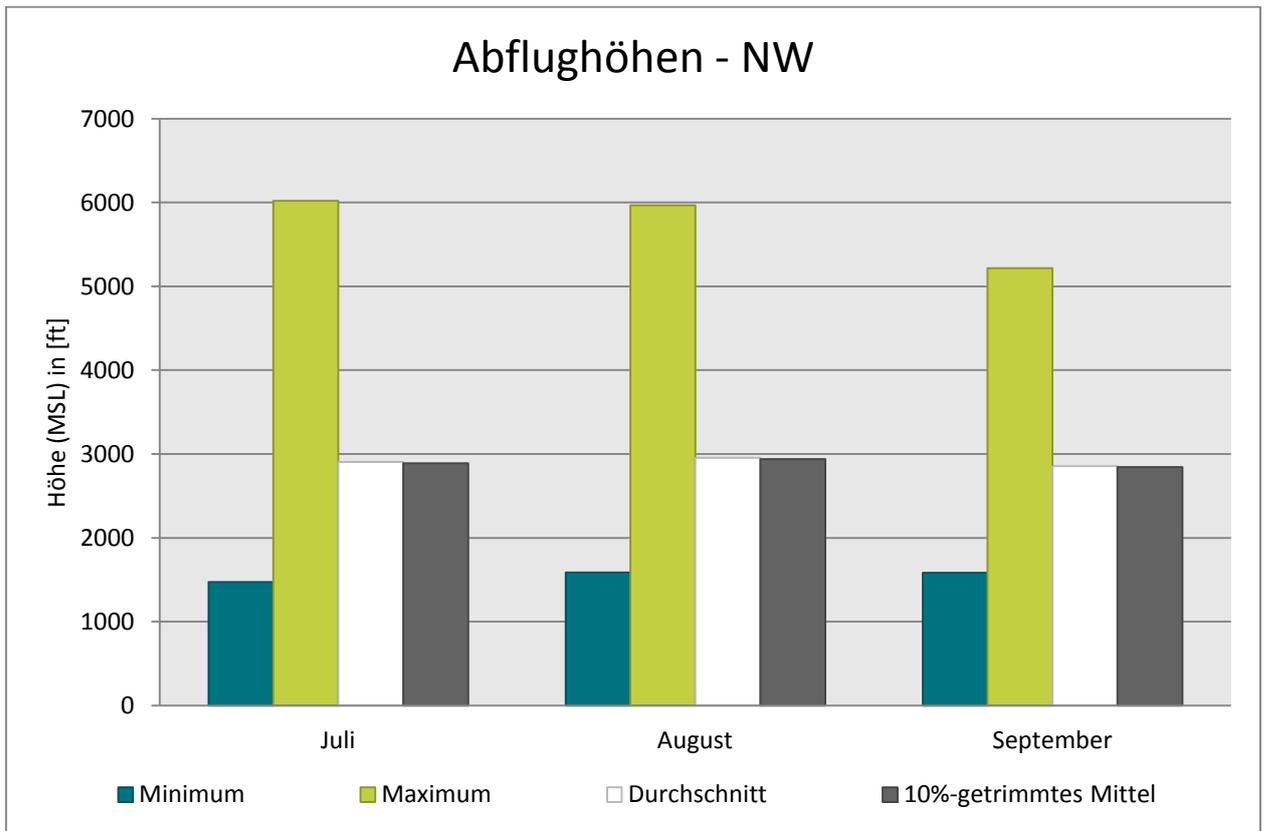


Abb. 12: Abflughöhen bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken

### 2.6.2 Abflughöhenstaffelung

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1500 ft	1	0	0
von 1500 ft bis < 2000 ft	46	34	23
von 2000 ft bis < 2500 ft	192	220	76
von 2500 ft bis < 3000 ft	361	418	195
von 3000 ft bis < 3500 ft	306	412	134
von 3500 ft bis < 4000 ft	83	127	27
von 4000 ft bis < 4500 ft	21	29	5
von 4500 ft bis < 5000 ft	8	5	1
von 5000 ft bis < 5500 ft	2	4	2
>= 5500 ft	1	2	0
<b>Summe</b>	<b>1021</b>	<b>1251</b>	<b>463</b>

Der prozentuale Anteil der Abflughöhenstaffelung nach Monaten:

Höhe (MSL)	Juli	August	September
< 1500 ft	0,10%	0,00%	0,00%
von 1500 ft bis < 2000 ft	4,51%	2,72%	4,97%
von 2000 ft bis < 2500 ft	18,81%	17,59%	16,41%
von 2500 ft bis < 3000 ft	35,36%	33,41%	42,12%
von 3000 ft bis < 3500 ft	29,97%	32,93%	28,94%
von 3500 ft bis < 4000 ft	8,13%	10,15%	5,83%
von 4000 ft bis < 4500 ft	2,06%	2,32%	1,08%
von 4500 ft bis < 5000 ft	0,78%	0,40%	0,22%
von 5000 ft bis < 5500 ft	0,20%	0,32%	0,43%
>= 5500 ft	0,10%	0,16%	0,00%

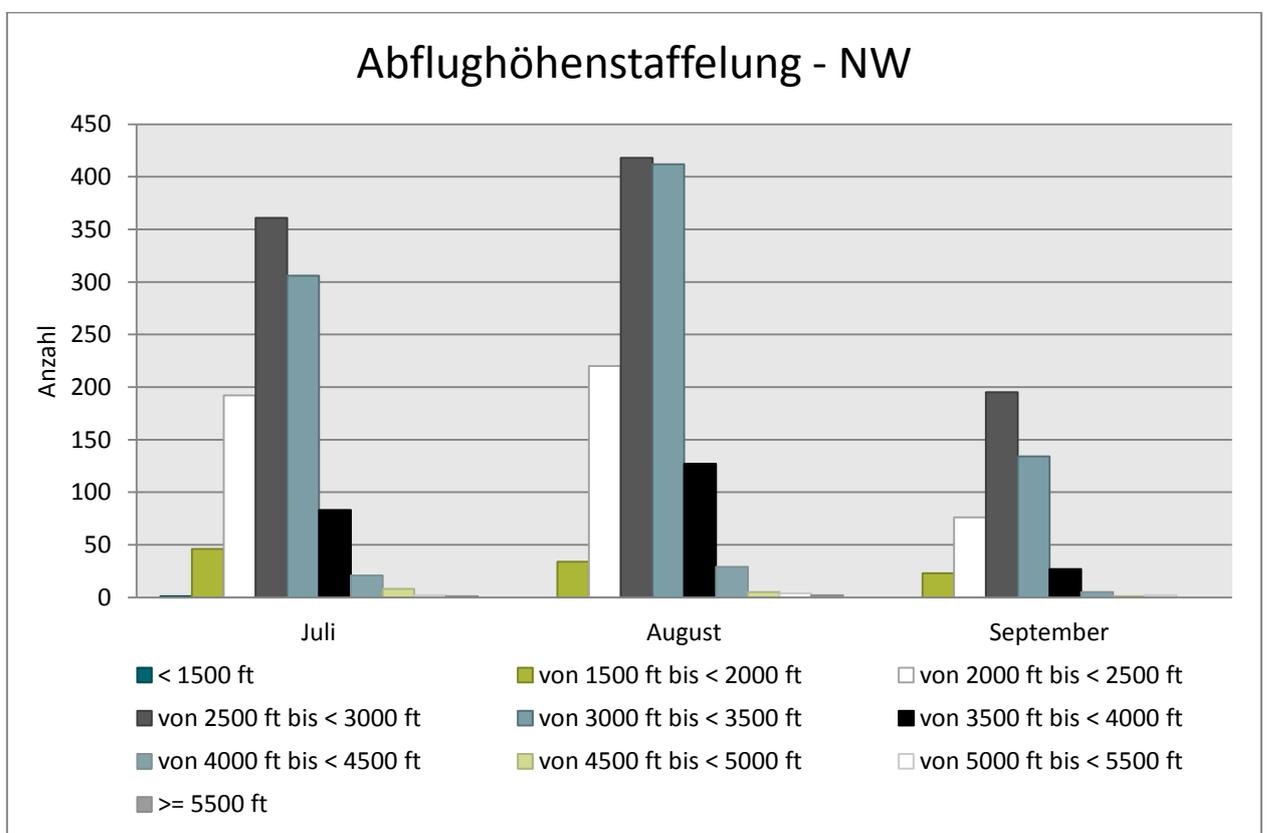


Abb. 13: Abflughöhenstaffelung bei Betriebsrichtung 25 -- Nordwest-Abflugstrecken

---

# Auswertung der Fluggeräuschmessstation (MP-111)

---



### 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	BR07 & BR25
Juli	6080	597	6677
August	4802	506	5308
September	6427	617	7044

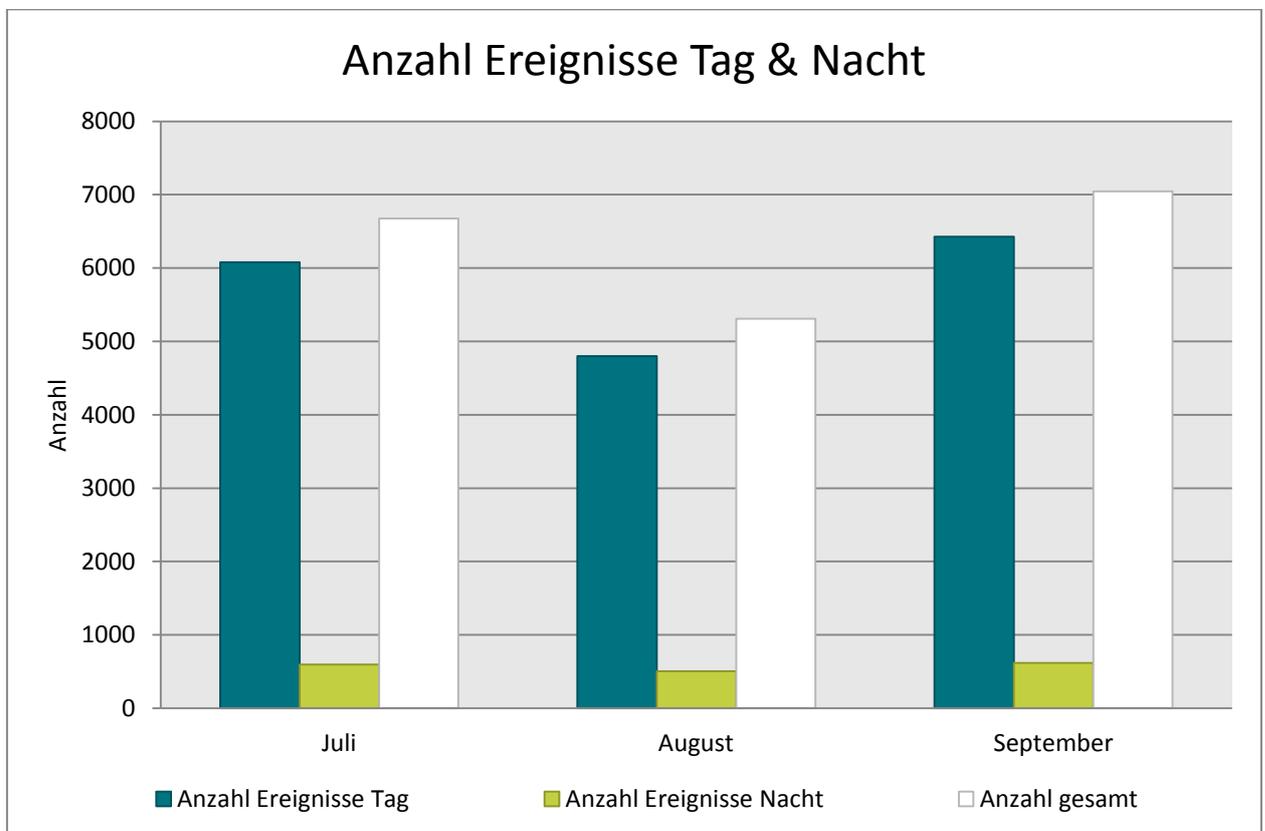


Abb. 14: Anzahl Fluggeräuschereignisse (Tag und Nacht)

## 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)	85 - 90 dB(A)
Juli	192	1404	1263	1208	1635	363	15
August	124	1616	1714	612	588	142	6
September	61	963	1214	1097	2558	512	22

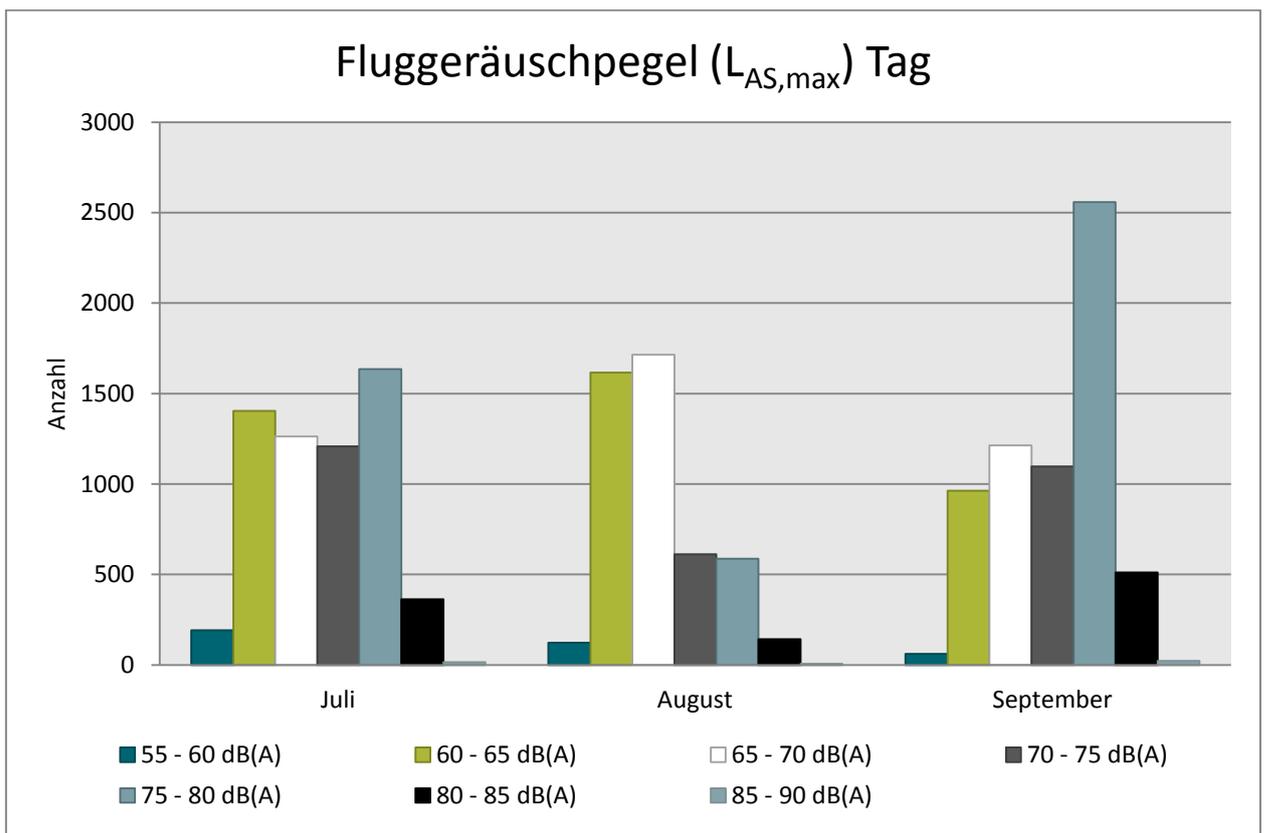


Abb. 15: Maximalpegelverteilung am Tag (Fluggeräusch)

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)	85 - 90 dB(A)
Juli	21	202	130	46	150	44	4
August	22	228	138	34	61	22	1
September	15	115	130	44	247	59	7

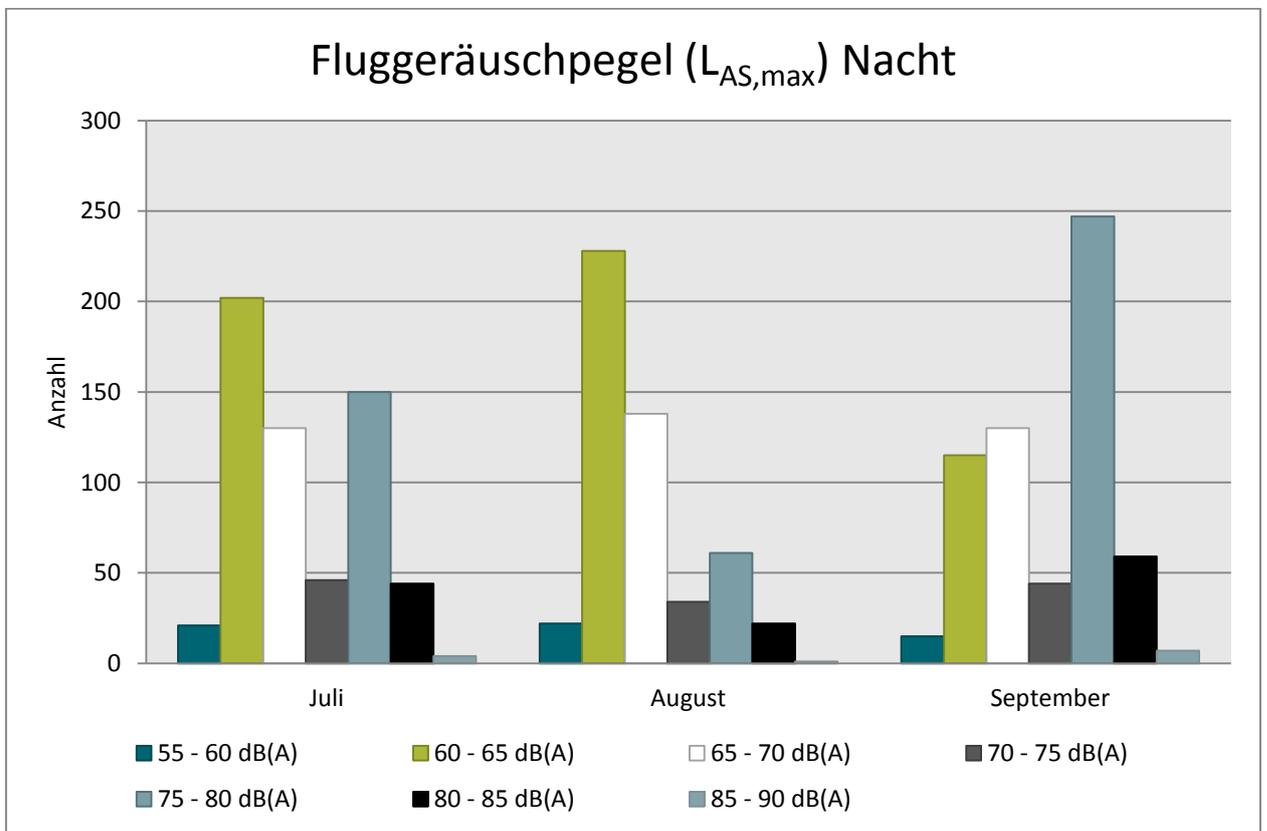


Abb. 16: Maximalpegelverteilung in der Nacht (Fluggeräusch)

## 4.2 Leq- und NAT-Auswertung

in dB(A)	$L_{DIN,T}$	$L_{DIN,N}$	NAT68	NAT72	$L_{eq,T}$	$L_{eq,N}$	$L_{95,T}$	$L_{95,N}$
Juli	59,5	53,3	276	226	61,7	55,0	44,8	41,0
August	56,8	50,2	153	102	59,3	52,4	43,5	39,5
September	62,3	55,1	404	340	63,0	56,2	45,7	40,9

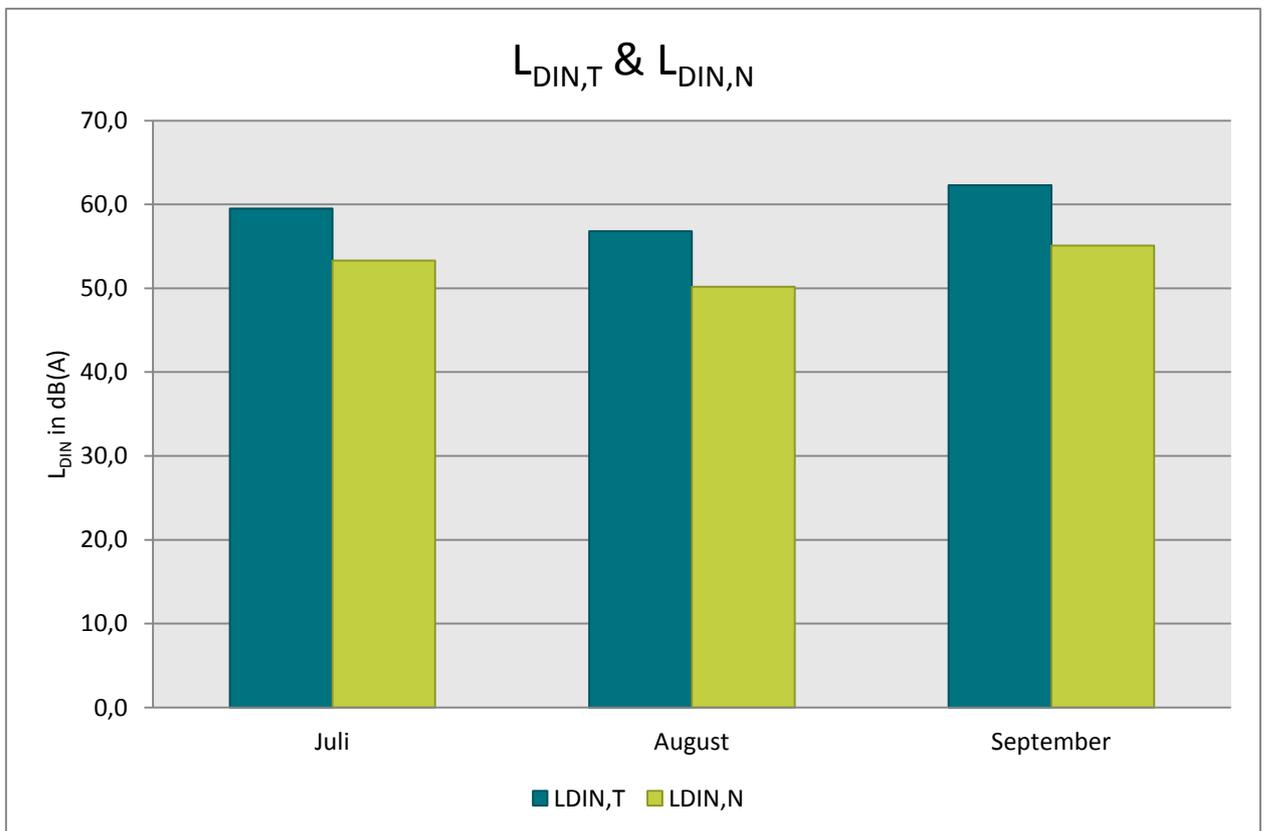


Abb. 17:  $L_{DIN}$  Tag und Nacht

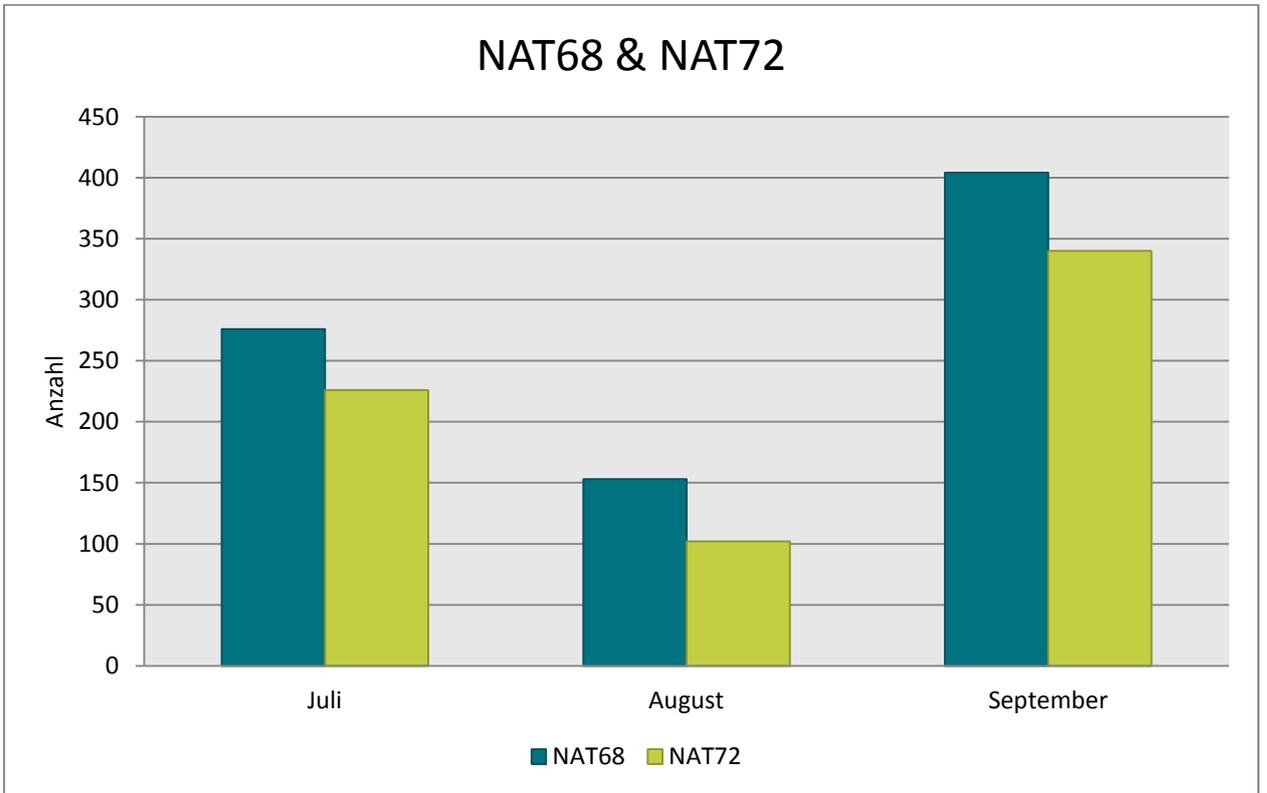


Abb. 18: NAT68 und NAT72

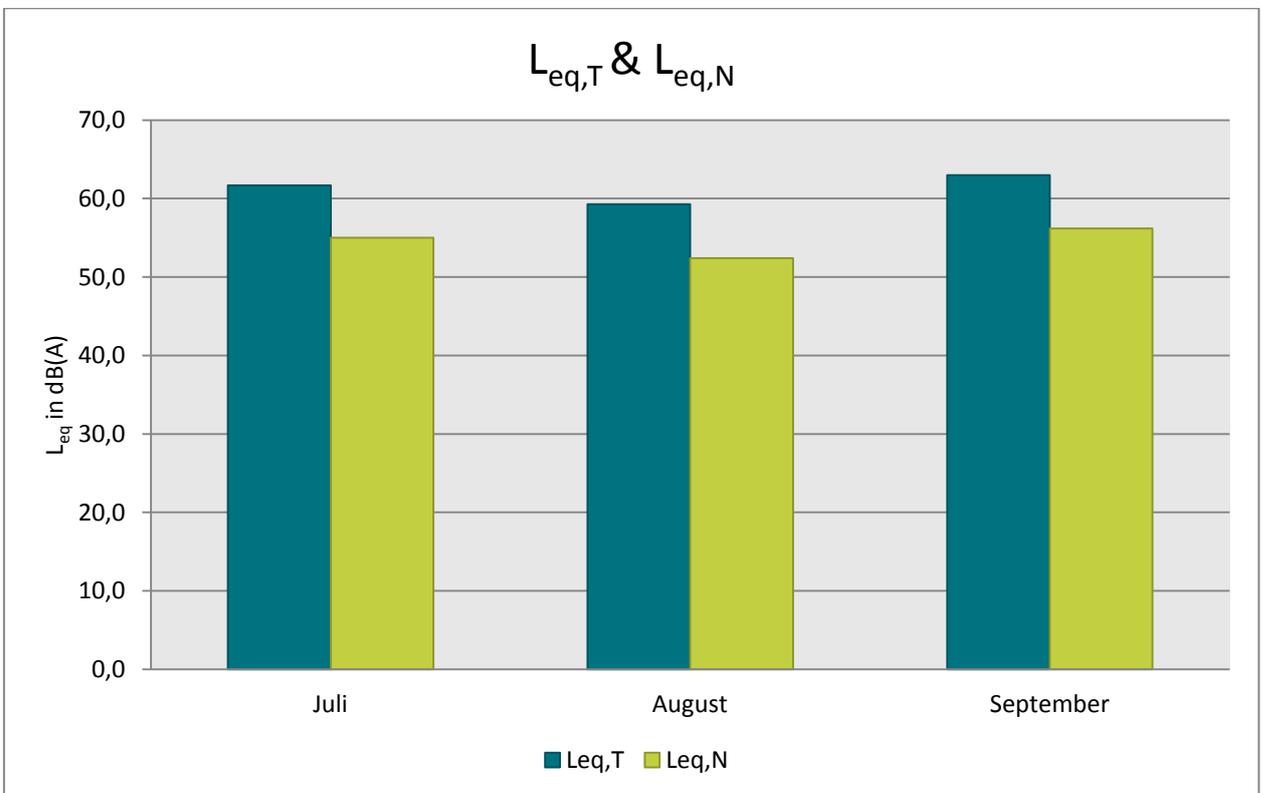


Abb. 19:  $L_{eq}$  Tag und Nacht

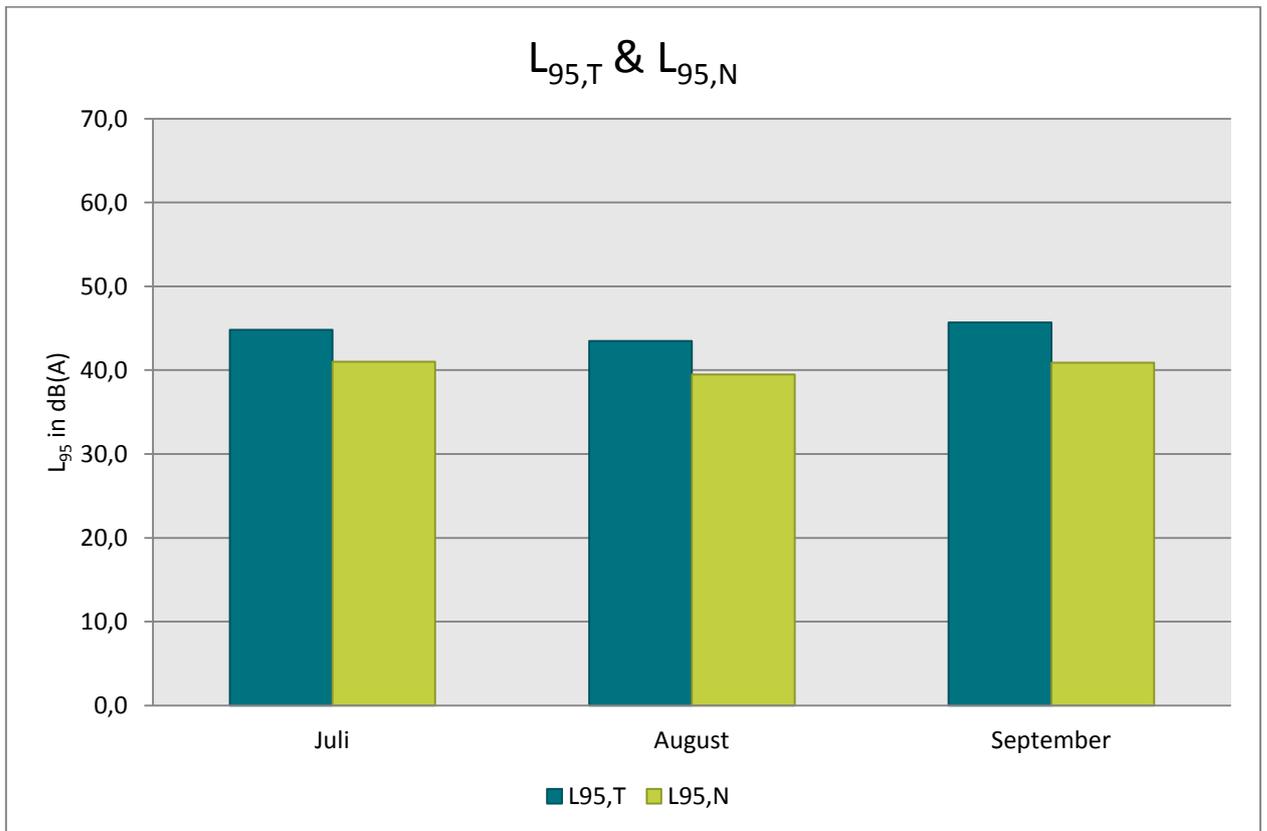


Abb. 20:  $L_{95}$  Tag und Nacht

### 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								
Februar								
März								
April	59,6	51,7	224	147	62,0	53,3	45,7	41,7
Mai	59,5	51,4	205	153	62,5	54,3	45,3	41,7
Juni	60,9	53,9	355	276	63,0	56,0	45,3	41,1
Juli	59,5	53,3	276	226	61,7	55,0	44,8	41,0
August	56,8	50,2	153	102	59,3	52,4	43,5	39,5
September	62,3	55,1	404	340	63,0	56,2	45,7	40,9
Oktober								
November								
Dezember								

\* Hierbei handelt es sich um einen gemessenen Wert, der nicht nach Fluglärmgesetz zur Definition von Fluglärmzonen 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.

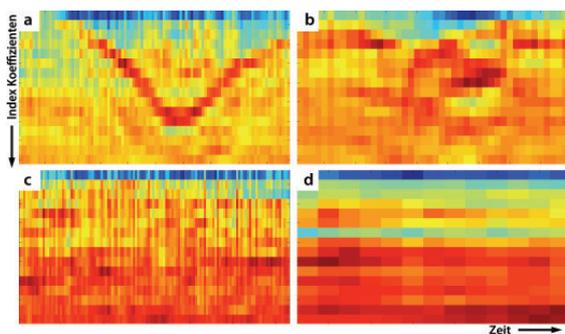


Abbildung 1: MFCC aus verschiedenen Klassen (a: Flugzeug, b: Auto, c: Zug, d: Hintergrund) – Dargestellt sind jeweils 18 Koeffizienten, aufgetragen über der Zeit.

## 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.

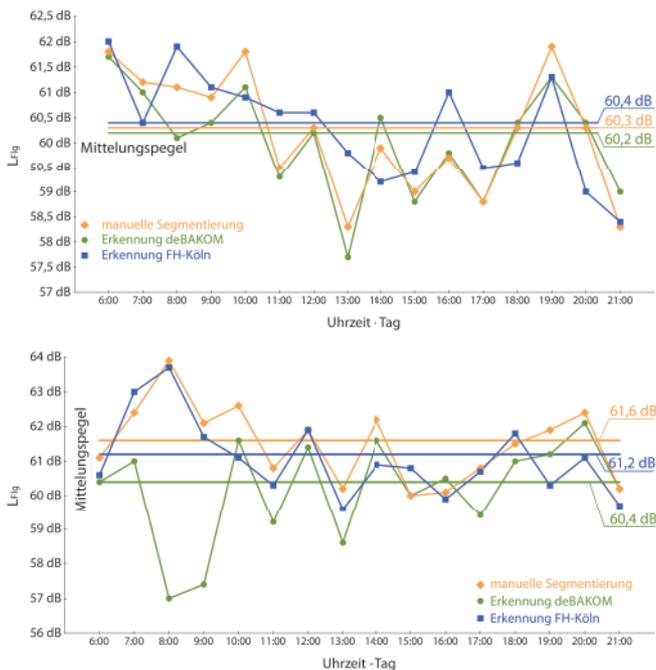


Abbildung 3: Auswertung der Messdaten. Vergleich von Methode 1, Methode 2 und manueller Auswertung. Oben: 23.10.08 (Tag ohne Regen) • Unten: 27.10.08 (Tag mit Regen). Ohne Regen ist die Abweichung der Mittelungspegel nur gering. Erhöht sich durch Regen jedoch das Hintergrundgeräusch, so wird die Erkennung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

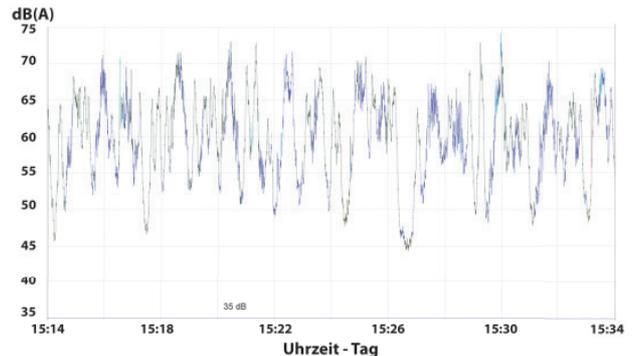
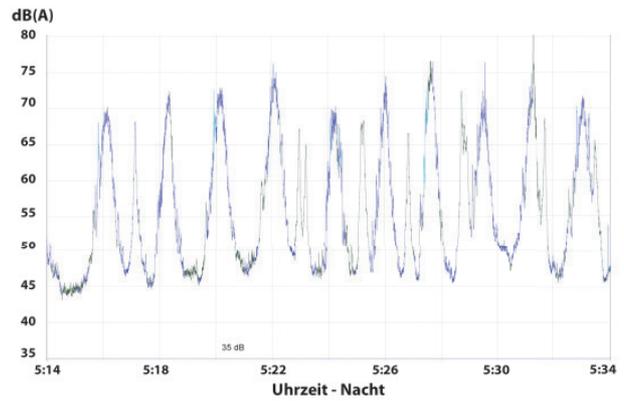


Abbildung 4: Pegelschrieb mit farblich markierter Erkennung der Klasse (blau: Flugzeug, grün: keine Erkennung) - Oben: Nacht • Unten: Tag

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