

Gutachten

Untersuchung des Startverfahrens am Flughafen Frankfurt

Fixpunktprofile für das NADP 1-10 Abflugverfahren

Auftraggeber (AG):



Umwelt- und
Nachbarschaftshaus

– Dresden, 21.10.2025 –

Umfang:

Dieser Bericht umfasst 26 Seiten.

Dokumentenname: UNH_Fixpunktprofile_NADP_1-10_1.0_ct211025.docx

**Gesellschaft für
Luftverkehrsforschung mbH**

Hermann-Prell-Str. 8
01324 Dresden

Tel.: +49 (0) 351 273260-3

Fax: +49 (0) 351 273260-4

URL: www.gfl-consult.de

E-Mail: info@gfl-consult.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
1 Ausgangslage und Leistungsbeschreibung	6
2 Profilbeschreibung NADP 1-10	7
2.1 Prozedurale Beschreibung des NADP1-10 Verfahrens.....	7
2.2 Randbedingungen	7
3 Bestimmung der Fixpunktprofile.....	8
3.1 B737-800.....	8
3.1.1 Fixpunktprofile	8
3.1.2 Profilvergleich.....	9
3.2 B747-400.....	10
3.2.1 Fixpunktprofile	10
3.2.2 Profilvergleich.....	11
3.3 B747-8	13
3.3.1 Fixpunktprofile	13
3.3.2 Profilvergleich.....	14
3.4 B777-300ER.....	16
3.4.1 Fixpunktprofile	16
3.4.2 Profilvergleich.....	17
3.5 A320-211.....	19
3.5.1 Fixpunktprofile	19
3.5.2 Profilvergleich.....	20
3.6 A380-841.....	22
3.6.1 Fixpunktprofile	22
3.6.2 Profilvergleich.....	23
Abkürzungsverzeichnis	24
Abbildungsverzeichnis	25
Tabellenverzeichnis	25
Literatur- und Quellenverzeichnis.....	26

1 Ausgangslage und Leistungsbeschreibung

Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Studie ist das lärmmindernde Abflugverfahren „*Noise Abatement Departure Procedure 1*“ (NADP1), nach ICAO PANS OPS Doc. 8168 [1], deren lärmspezifische Auswirkungen am Flughafen Frankfurt/Main untersucht werden sollen.

Das NADP1-Verfahren beinhaltet eine Reduktion des Startschubes (sog. *Cutback*) auf einer festgelegten Mindestflughöhe und das verspätete Einfahren der Klappen auf einer Flughöhe von 3.000 Fuß. Erst dann wird das Beschleunigungssegment eingeleitet, und das LFZ beschleunigt unter Beibehaltung einer positiven Steigrate auf eine Zielgeschwindigkeit. Dieses Verfahren wird auch als „*Steilstartverfahren*“ bezeichnet, da durch die vollständige Umsetzung des Schubes in Steigen ein steiles Profil resultiert, welches somit zur Lärminderung vorrangig in Gebieten unmittelbar in der Nähe des Flughafens beiträgt.

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen, analog zum Hauptgutachten von 2022 [2], Fixpunktprofile für das Startverfahren NADP1-10 erstellt werden. Während in [2] ausschließlich das NADP1-15 Verfahren (Cutback bei 1.500 ft, damals nur als NADP 1 bezeichnet) untersucht wurde, liegt der Fokus nun auf dem NADP1-10 Verfahren (Cutback bei 1.000 ft).

Die Erstellung der Fixpunktprofile für das NADP 1-10 Verfahren erfolgt für folgende sechs Luftfahrzeugmuster mit jeweils zwei Masseszenarien, insgesamt also 12 Fixpunktprofile:

- B737-800 (MTOM: 95% / 85%)
- B747-400 (MTOM: 100% / 75%)
- B747-8 (MTOM: 100% / 75%)
- B777-3ER (MTOM: 100% / 75%)
- A320-211 (MTOM: 95% / 85%)
- A380-841 (MTOM: 100% / 75%)

Für alle Profile wird eine Geschwindigkeitsbegrenzung von 220 kt bis 10 NM Entfernung unterstellt. Die Berechnungen basieren auf dem identischen Datenbankstand wie im Hauptgutachten von 2022 [2]. Abschließend werden die so generierten, prozeduralen Profile gemäß ECAC Doc 29 [3] in Fixpunktprofile nach AzB [4] überführt, um eine Weiterverarbeitung in entsprechenden Berechnungsprogrammen Dritter zu gewährleisten.

2 Profilbeschreibung NADP 1-10

2.1 Prozedurale Beschreibung des NADP1-10 Verfahrens

Die prozedurale Profilbeschreibung gemäß ECAC Doc 29 [3] für das NADP1-10 Verfahren mit maximaler Abfluggeschwindigkeit von 220 kt ergibt sich wie in nachfolgender Tabelle 1 dargestellt:

Nr	Name	Typ	Cutback	Thrust Rating	End Condition Value	Bank Angle
1.	<i>Take Off</i>	TO	0.	<i>MaxTakeoff</i>	<i>v2+15</i>	0.
2.	<i>Climb to 1000 ft</i>	CS	0.	<i>MaxTakeoff</i>	1000.	0.
3.	<i>Climb to 1500 ft</i>	CS	1.	<i>MaxClimb</i>	1500.	0.
3.	<i>Climb to 3000 ft</i>	CS	0.	<i>MaxClimb</i>	3000.	0.
4.	<i>Accelerate to 220 kt</i>	ACC	0.	<i>MaxClimb</i>	220.	0.
5.	<i>Climb to 10NM</i>	CSD	0.	<i>MaxClimb</i>	18520.	0.
6.	<i>Accelerate to 300 kt</i>	ACC	0.	<i>MaxClimb</i>	300.	0.
7.	<i>Climb to 15000 ft</i>	CS	0.	<i>MaxClimb</i>	15000.	0.

Tabelle 1: Prozedurale Profilbeschreibung des NADP1-10 Verfahrens

2.2 Randbedingungen

Um die Berechnung der Fixpunktprofile entsprechend oben dargestelltem prozeduralem Profil zu erstellen und hieraus AzB-konforme Profile zu generieren sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Flugleistungsparameter gemäß EUROCONTROL ANP Datenbank Version 2.3 (analog Hauptgutachten [2])
- Muster-Triebwerks-Kombinationen
- Abflugmassen
- Abfluggeschwindigkeiten ($V_2 + 15$ kt)
- Schubeinstellungen (*derated thrust level*)
- Klappenstellungen (*flap schedule*)
- Weitere Randbedingungen gemäß Kapitel 4.6 aus dem Hauptgutachten [2]

3 Bestimmung der Fixpunktprofile

3.1 B737-800

3.1.1 Fixpunktprofile

Für die B737-800 wurden die prozeduralen Profile gemäß ECAC Doc 29 [3] und entsprechend Tabelle 1 für das NADP 1-10 Verfahren berechnet und anschließend in AzB-konforme Fixpunktprofile überführt.

Diese ergeben sich für die B737-800 für beide untersuchten Massenszenarien (95% MTOM bzw. 85% MTOM) wie in nachfolgender Abbildung 1 tabellarisch dargestellt:

<u>737800</u>			
NADP1-10			
95% MTOM		85% MTOM	
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-3	0	0
2480	-3	88	0
4210	-3	89	-
4710	-	89	305
5210	-3	-	-
5880	-3	90	457
9490	-2,5	92	914
13350	-3,5	114	1148
14600	-3,5	121	1226
18520	-3	123	1651
19750	-3,5	129	1722
33130	-4,5	175	2446
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 33130	0	0	0,077

σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-4,5	0	0
2190	-4,5	84	0
3870	-4,5	85	-
4370	-	85	305
4870	-4,5	-	-
5490	-4,5	86	457
8970	-4	88	914
11570	-4,5	105	1081
13580	-5	116	1212
14450	-5	121	1270
18520	-4,5	124	1742
32990	-6	176	2545
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 32990	0	0	0,078

Abbildung 1: Fixpunktprofile B737-800

3.1.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt die Vertikalprofile für die B737-800 vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien (Masseszenario 1 oben, Masseszenario 2 unten):

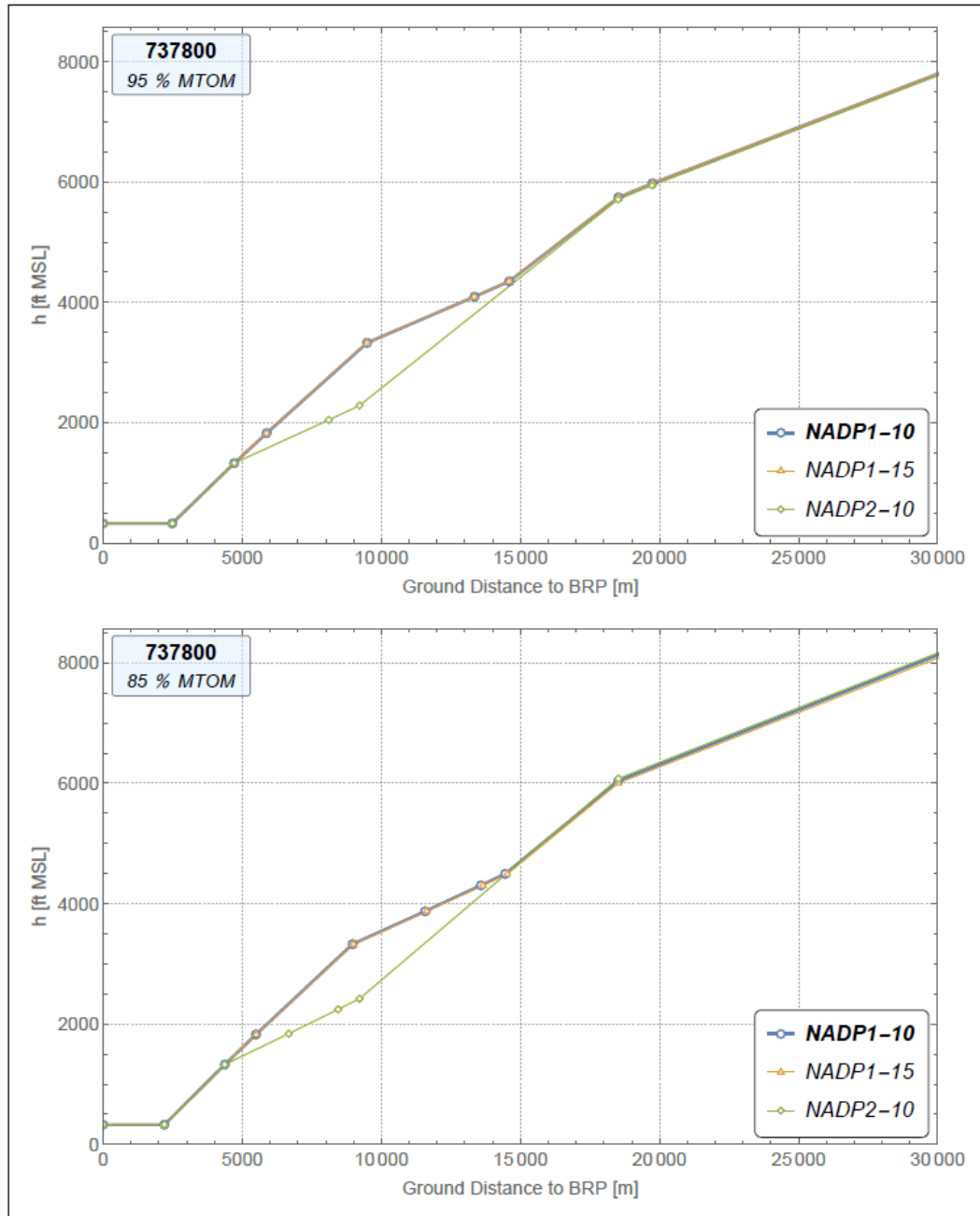


Abbildung 2: Vergleich der Vertikalprofile B737-800, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 2 zu sehen, ergeben sich für beide Masseszenarien nahezu keine Unterschiede zwischen dem NADP 1-10 und dem NADP 1-15 Verfahren. Dies ist vor allen Dingen auf den reduzierten Startschub zurückzuführen. Hierdurch ist die Schubänderung am Cutback sehr gering (*derated max take-off thrust* $\approx$ *max climb thrust*). Da sich die beiden Profile nur um die 500 ft Höhendifferenz des Cutbacks unterscheiden und ansonsten identisch sind, ist der Unterschied zwischen beiden Verfahren folglich vernachlässigbar gering.

3.2 B747-400

3.2.1 Fixpunktprofile

Für die B747-400 ergeben sich die Fixpunktprofile im AzB-Format für beide untersuchten Massen wie in nachfolgender Abbildung 1 tabellarisch dargestellt:

<u>747400</u>			
NADP1-10			
100% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-1	0	0
3120	-1	101	0
5820	-0,5	102	-
6320	-	102	305
6820	-2,5	-	-
8490	-2,5	103	457
15290	-2,5	105	914
16220	-2,5	108	945
19890	-2,5	120	1080
23680	-3	132	1232
32100	-3	156	1597
37140	-3,5	170	1815
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 37140	0	0	0,066

75% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-4,5	0	0
2150	-4,5	88	0
4340	-4,5	89	-
4840	-	89	305
5340	-4,5	-	-
6220	-4,5	90	457
10540	-4	92	914
11040	-4	95	941
13120	-4,5	106	1058
15370	-4,5	118	1191
15930	-4,5	121	1227
18520	-4,5	123	1523
20460	-4,5	132	1642
31690	-5	174	2304
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 31690	0	0	0,087

Abbildung 3: Fixpunktprofile B747-400

3.2.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 4 zeigt die Vertikalprofile für die B747-400 vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien:

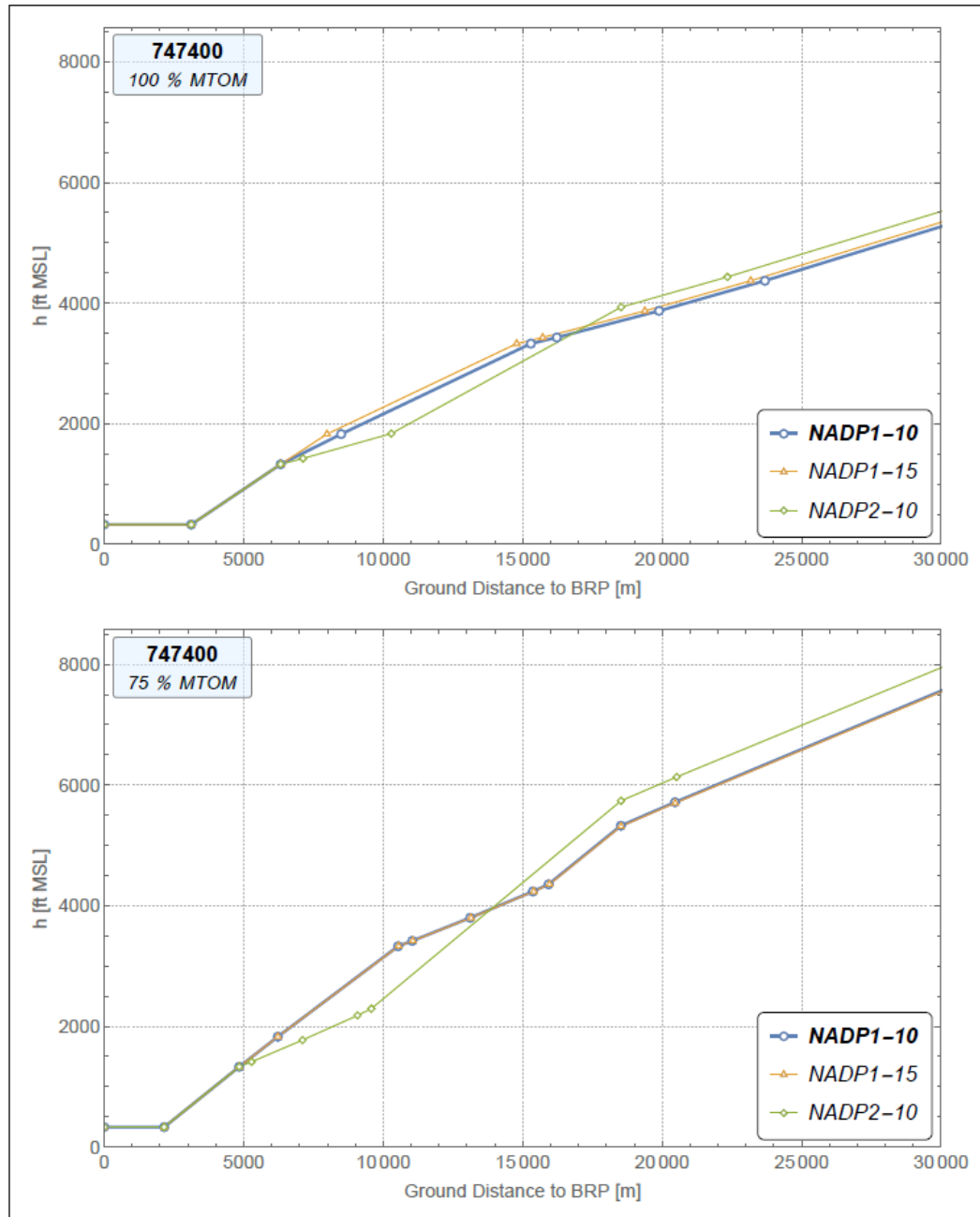


Abbildung 4: Vergleich der Vertikalprofile B747-400, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 4 zu sehen, ergeben sich zumindest für das Masseszenario 1 (100% MTOM) leichte Unterschiede zwischen dem NADP 1-10 und NADP 1-15 Verfahren, da die Reduktion des Startschubes für dieses Muster und Masseszenario geringer ist. Dennoch liegen beide Verfahren dicht beieinander. Für das Masseszenario 2 gilt erneut, dass auf Grund des nahezu nicht vorhandenen Cutbacks, nur marginale Unterschiede zwischen diesen beiden Verfahren resultieren.

Die Auswirkungen auf den Fluglärm für das Masseszenario 1 sind in nachfolgender Abbildung 5 dargestellt. Oben ist die Fluglärmdifferenz des $L_{A,max}$ direkt unterhalb des Flugweges (ohne

Berücksichtigung der Geländehöhe) dargestellt, unten die Höhendifferenz bzw. die Schubdifferenz beider Verfahren. Gut erkennbar ist der Bereich der Schubreduktion (ca. 6.000 m bis 8.000 m Entfernung). In diesem Bereich ist das NADP 1-10 Verfahren leiser als das NADP 1-15 Verfahren. Danach kehrt sich dies auf Grund der geringeren Flughöhe des NADP 1-10 Verfahrens um, wenngleich stets in geringer Größenordnung von weniger als 2 dB(A).

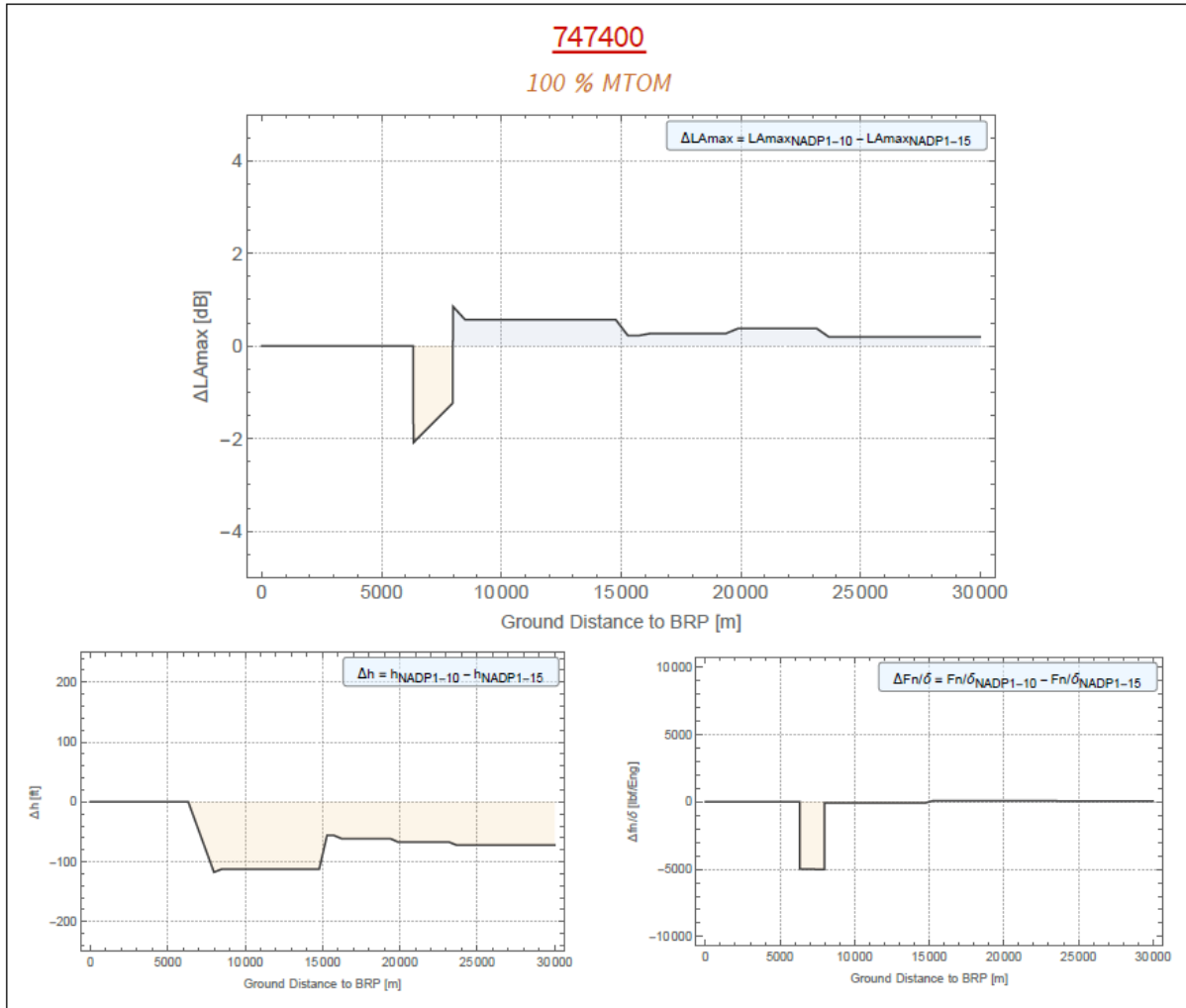


Abbildung 5: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B747-400, Masseszenario 1

3.3 B747-8

3.3.1 Fixpunktprofile

Für die B747-8 ergeben sich die Fixpunktprofile im AzB-Format für beide untersuchten Massen wie in nachfolgender Abbildung 6 tabellarisch dargestellt:

7478			
NADP1-10			
100% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-0,5	0	0
3210	-0,5	100	0
5640	-0,5	102	-
6140	-	102	305
6640	-2	-	-
8160	-2	102	457
14 500	-2	105	914
15 530	-2	108	952
18 930	-2	120	1086
22 500	-2	132	1239
30 840	-2,5	156	1604
35 530	-2,5	170	1822
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [1/s]	$dH/d\sigma'$
> 35530	0	0	0,068

75% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-3	0	0
2140	-3	89	0
3960	-3	90	-
4460	-	90	305
4960	-3	-	-
5660	-3	91	457
9390	-2,5	93	914
9740	-2,5	95	936
11 550	-3	107	1054
13 520	-3	118	1188
13 930	-3	121	1217
18 520	-2,5	124	1786
23 440	-3	147	2100
31 140	-3	176	2596
σ' [m]	$dZ/d\sigma'$ [dB/m]	$dV/d\sigma'$ [1/s]	$dH/d\sigma'$
> 31140	0	0	0,096

Abbildung 6: Fixpunktprofile B747-8

3.3.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Vertikalprofile für die B747-8 vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien:

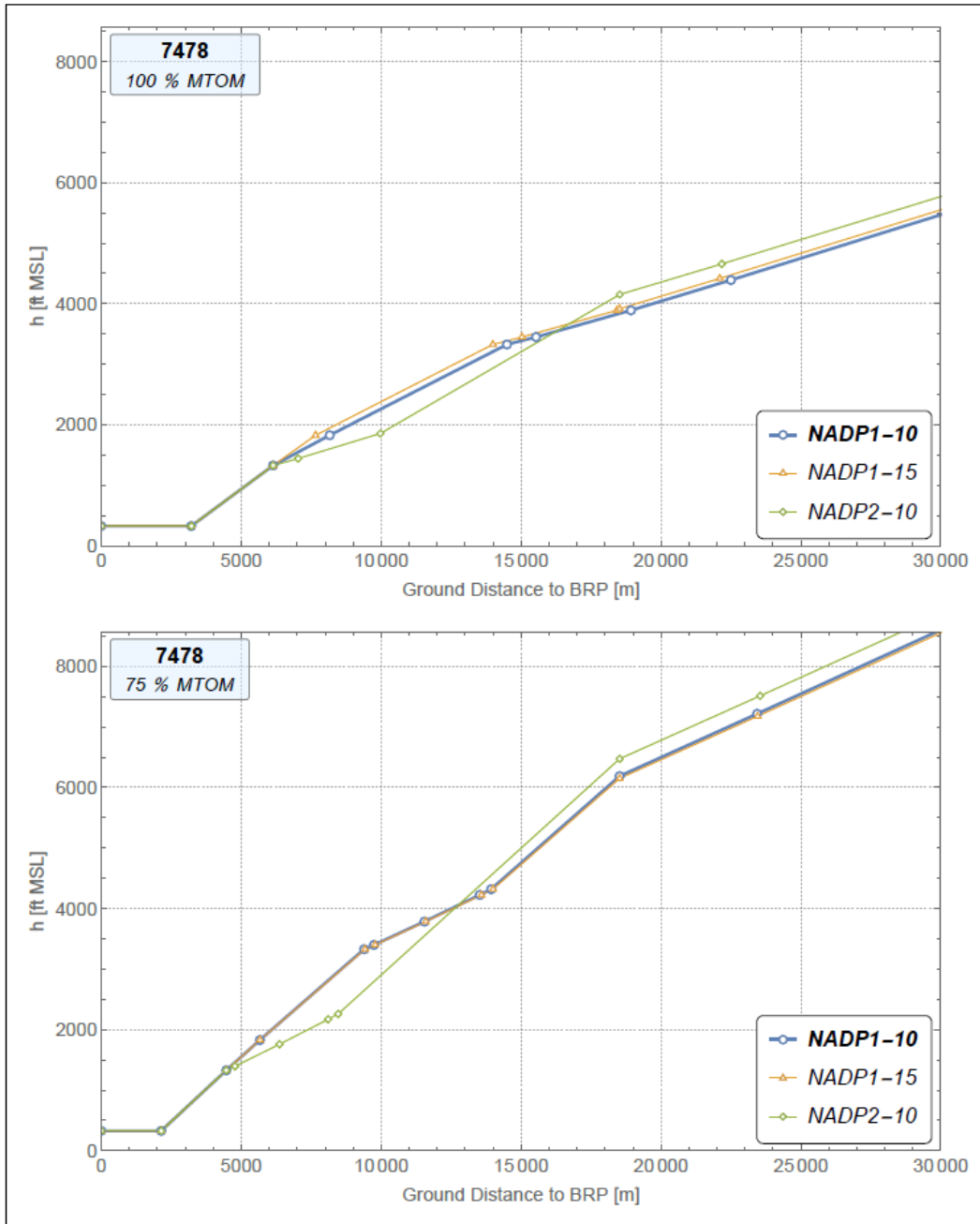


Abbildung 7: Vergleich der Vertikalprofile B747-8, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 7 zu sehen, ergibt sich für das Masseszenario 1 (100% MTOM) ein leicht flacheres Profil des NADP 1-10 ggü. dem NADP 1-15 Verfahren. Für das Masseszenario 2 gilt erneut, dass auf Grund des nahezu nicht vorhandenen Cutbacks, nur marginale Unterschiede zwischen diesen beiden Verfahren resultieren.

Die Auswirkungen auf den Fluglärm für das Masseszenario 1 sind in nachfolgender Abbildung 8 dargestellt, erneut ist oben ist die Fluglärm Differenz des $L_{A,max}$ und unten die Höhendifferenz bzw. die Schubdifferenz beider Verfahren dargestellt. Auch hier ist der Bereich der

Schubreduktion (ca. 6.000 m bis 8.000 m Entfernung) gut erkennbar, in welchem das NADP 1-10 Verfahren leiser ist als das NADP 1-15 Verfahren.

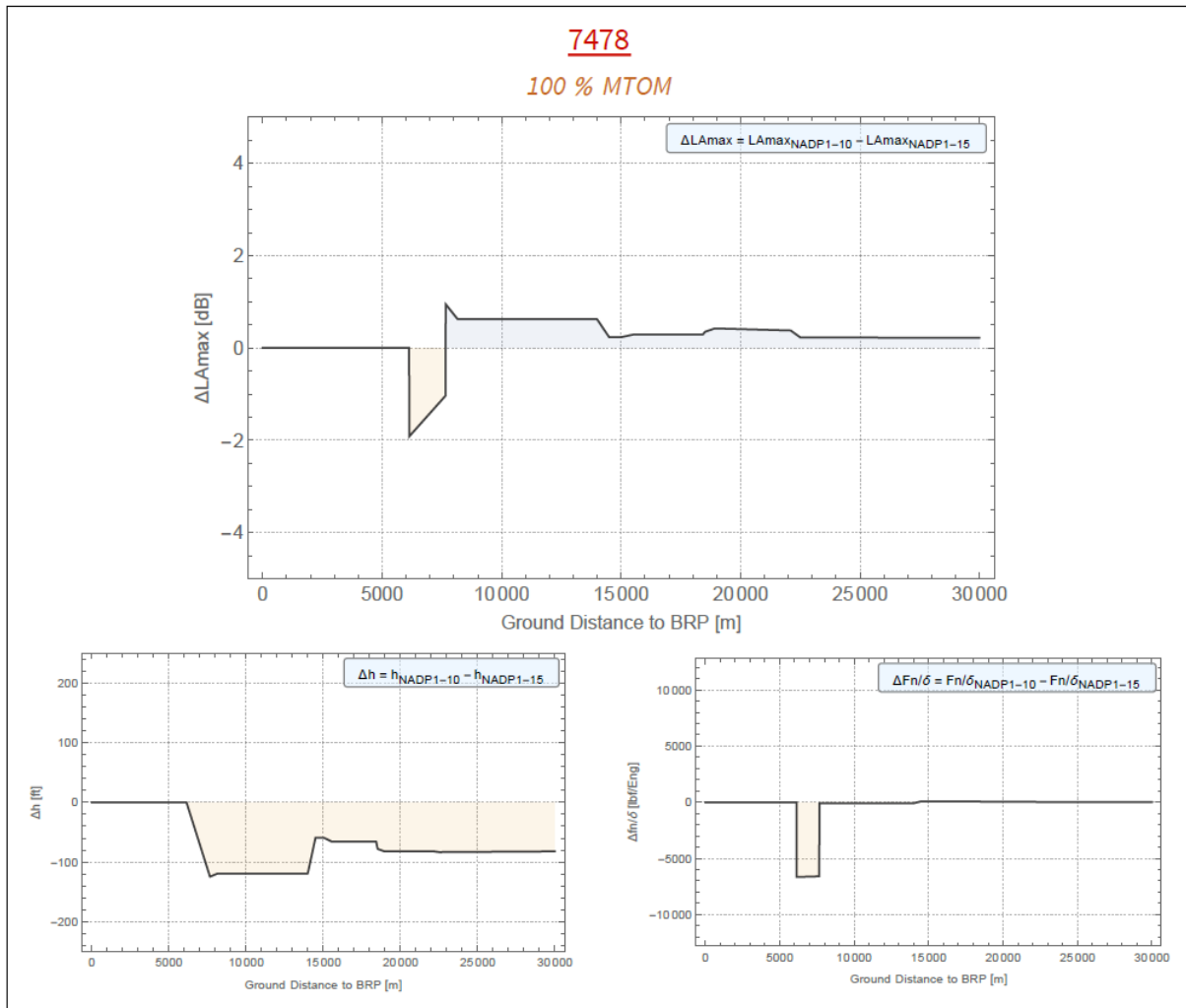


Abbildung 8: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B747-8, Masseszenario 1

3.4 B777-300ER

3.4.1 Fixpunktprofile

Für die B777-300ER ergeben sich die Fixpunktprofile im AzB-Format für beide untersuchten Massen wie in nachfolgender Abbildung 9 tabellarisch dargestellt:

<u>7773ER</u>			
NADP1-10			
100% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-1	0	0
3110	-1	103	0
4640	-1	105	-
5140	-	105	305
5640	-5,5	-	-
6600	-5,5	106	457
11 160	-5,5	108	914
13 900	-5,5	120	1049
18 520	-5,5	122	1435
22 560	-6	135	1611
26 540	-6	148	1792
36 120	-6,5	173	2205
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 36120	0	0	0,062

75% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-8	0	0
2320	-8	91	0
3810	-8	92	-
4310	-	92	305
4810	-8	-	-
5340	-8	93	457
8510	-7,5	95	914
11 420	-8	114	1116
12 510	-8,5	121	1194
18 520	-8	125	1925
19 670	-8	131	1998
32 580	-9	178	2750
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 32580	0	0	0,082

Abbildung 9: Fixpunktprofile B777-300ER

3.4.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 10 zeigt die Vertikalprofile für die B777-300ER vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien:

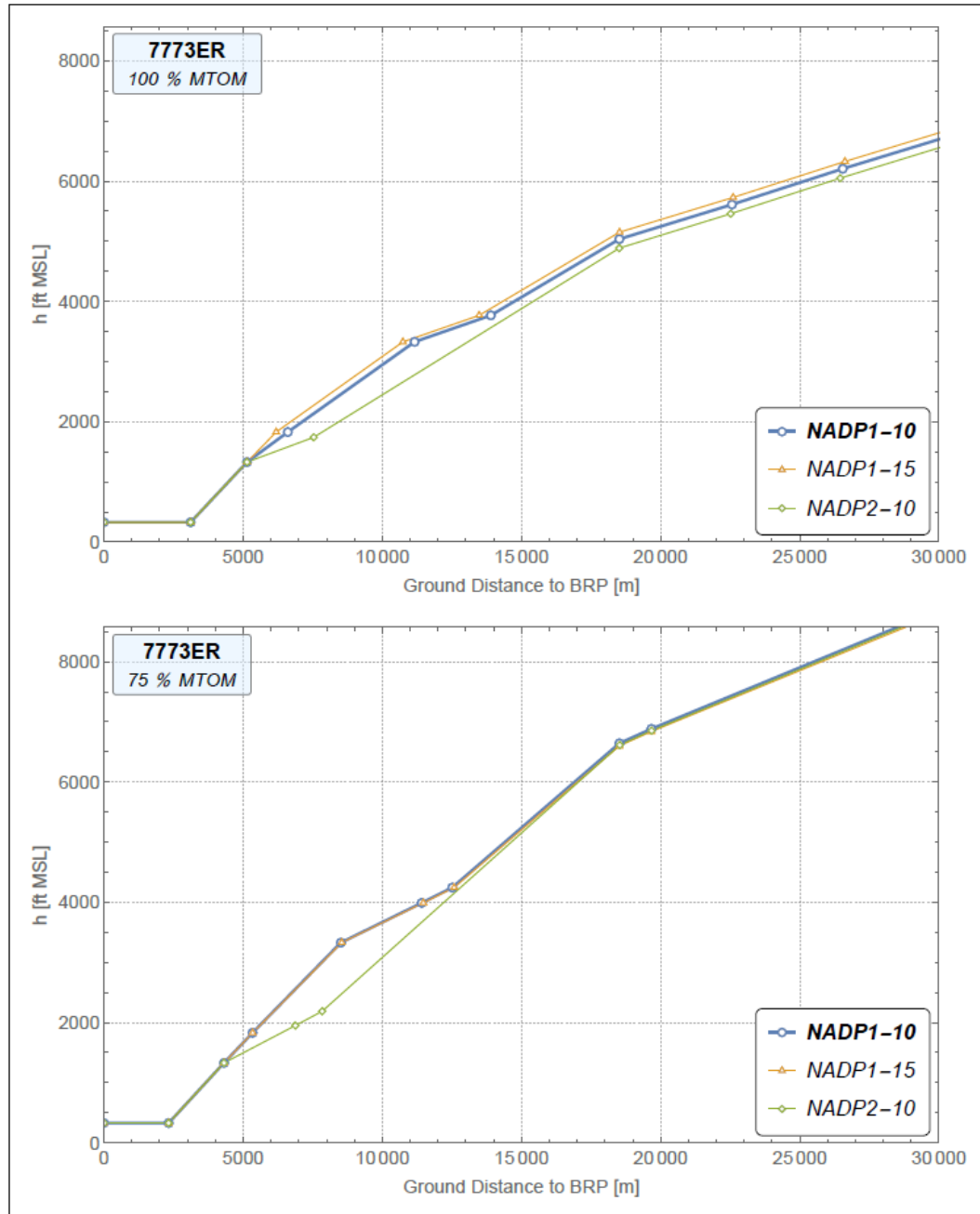


Abbildung 10: Vergleich der Vertikalprofile B777-300ER, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 10 zu sehen, ergibt sich für das Masseszenario 1 (100% MTOM) ein leicht flacheres Profil des NADP 1-10 ggü. dem NADP 1-15 Verfahren. Für das Masseszenario 2 gilt erneut, dass auf Grund des nahezu nicht vorhandenen Cutbacks, nur marginale Unterschiede zwischen diesen beiden Verfahren resultieren.

Die Auswirkungen auf den Fluglärm für das Masseszenario 1 sind in nachfolgender Abbildung 11 dargestellt:

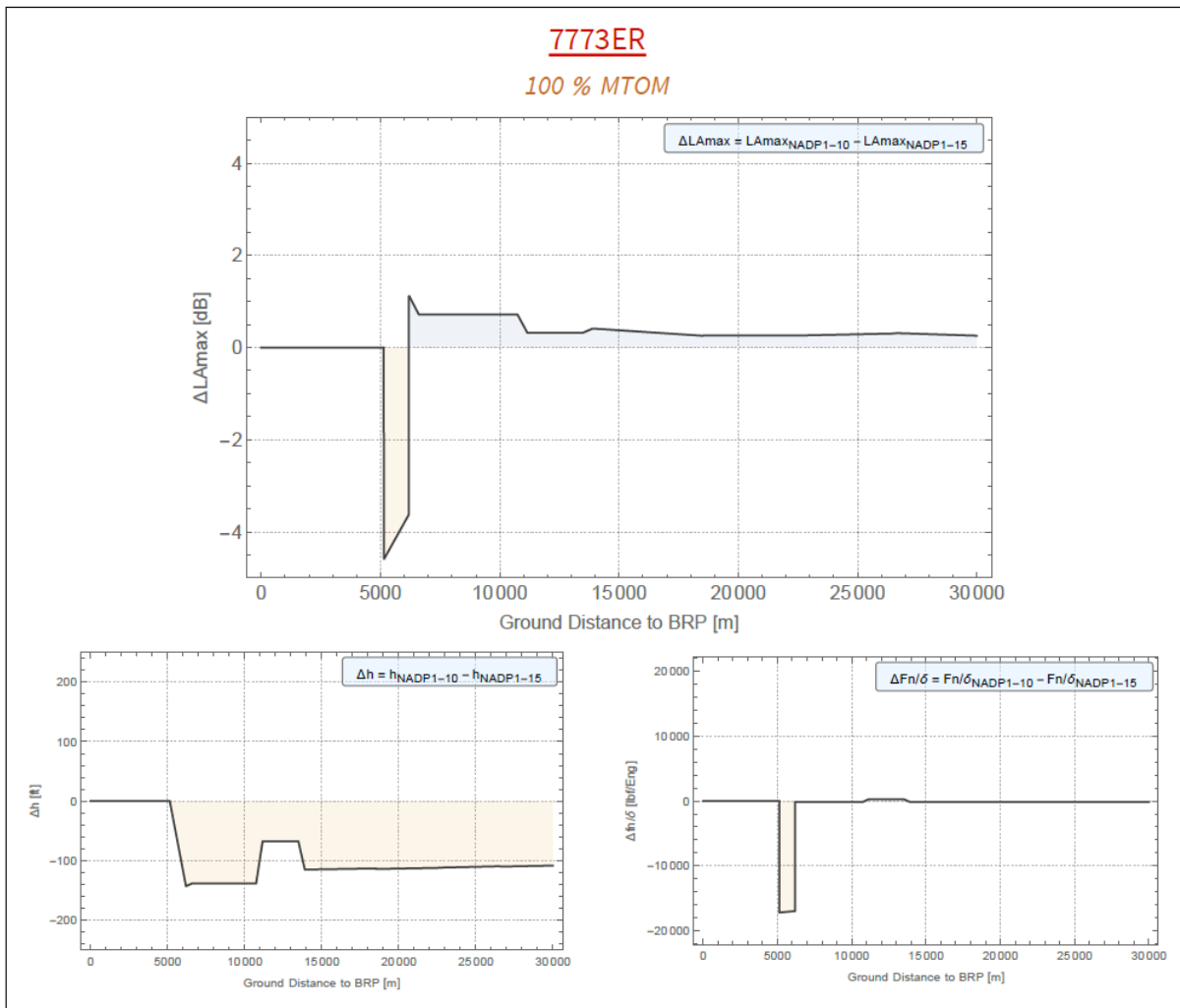


Abbildung 11: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B777-300ER, Masseszenario 1

3.5 A320-211

3.5.1 Fixpunktprofile

Für die A320-211 ergeben sich die Fixpunktprofile im AzB-Format für beide untersuchten Massen wie in nachfolgender Abbildung 12 tabellarisch dargestellt:

<u>A320-211</u>			
NADP1-10			
95% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-1	0	0
1660	-1	86	0
3010	-1	88	-
3510	-	88	305
4010	-3	-	-
4720	-3	88	457
8480	-3	90	914
12770	-3	115	1169
13940	-3	121	1241
18520	-2,5	124	1725
19210	-2,5	127	1764
32190	-2,5	176	2529
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 32190	0	0	0,089

85% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-2,5	0	0
1490	-2,5	84	0
2830	-2,5	85	-
3330	-	85	305
3830	-3	-	-
4360	-3	86	457
7570	-3	88	914
11700	-3	116	1202
12540	-3	121	1267
18520	-2,5	126	2054
31270	-2,5	179	2896
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 31270	0	0	0,101

Abbildung 12: Fixpunktprofile A320-211

3.5.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt die Vertikalprofile für die A320-211 vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien:

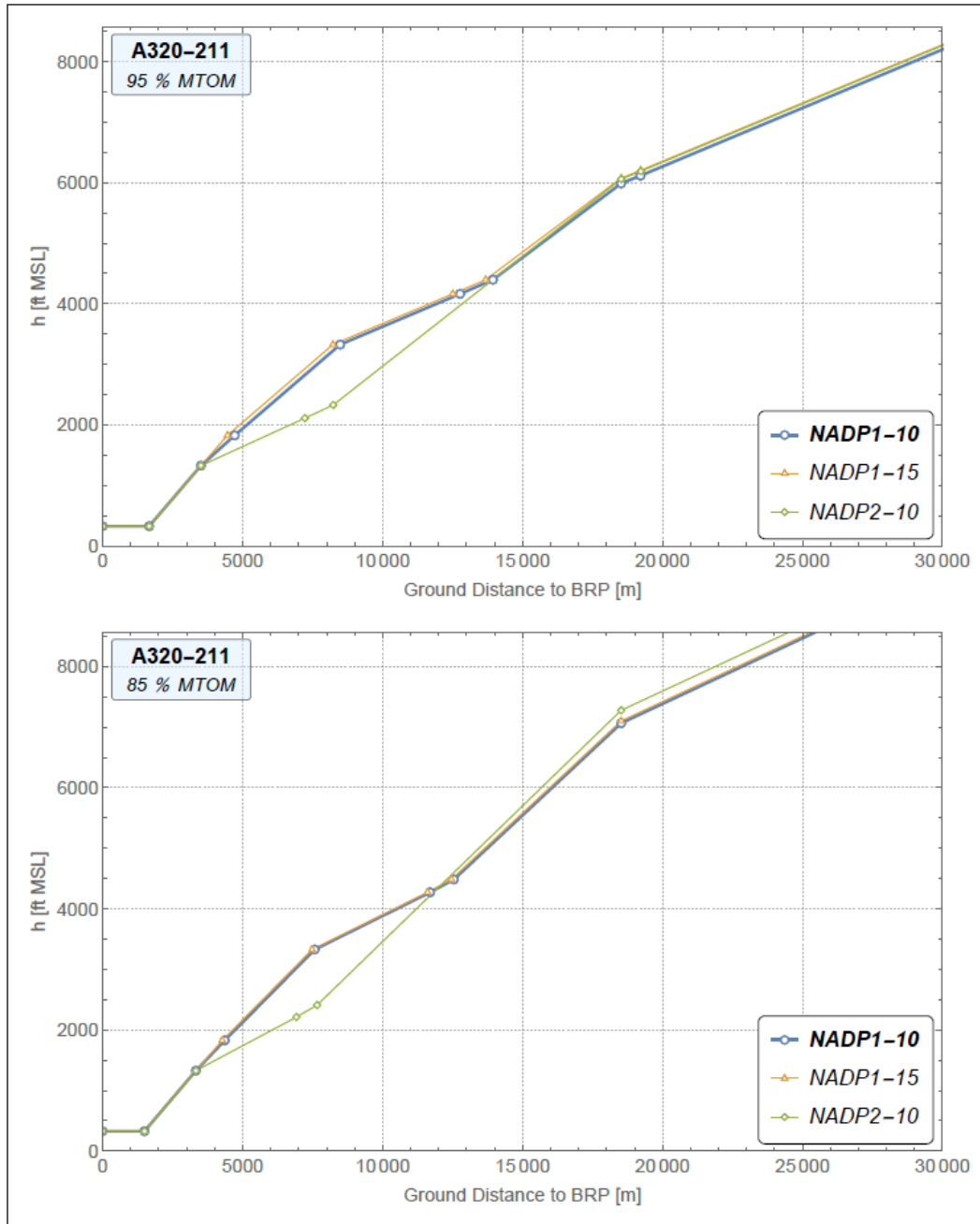


Abbildung 13: Vergleich der Vertikalprofile A320-211, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 13 zu sehen, ergibt sich für das Masseszenario 1 (100% MTOM) ein leicht flacheres Profil des NADP 1-10 ggü. dem NADP 1-15 Verfahren. Für das Masseszenario 2 gilt erneut, dass auf Grund des nahezu nicht vorhandenen Cutbacks, nur marginale Unterschiede zwischen diesen beiden Verfahren resultieren.

Die Auswirkungen auf den Fluglärm für das Masseszenario 1 sind in nachfolgender Abbildung 14 dargestellt:

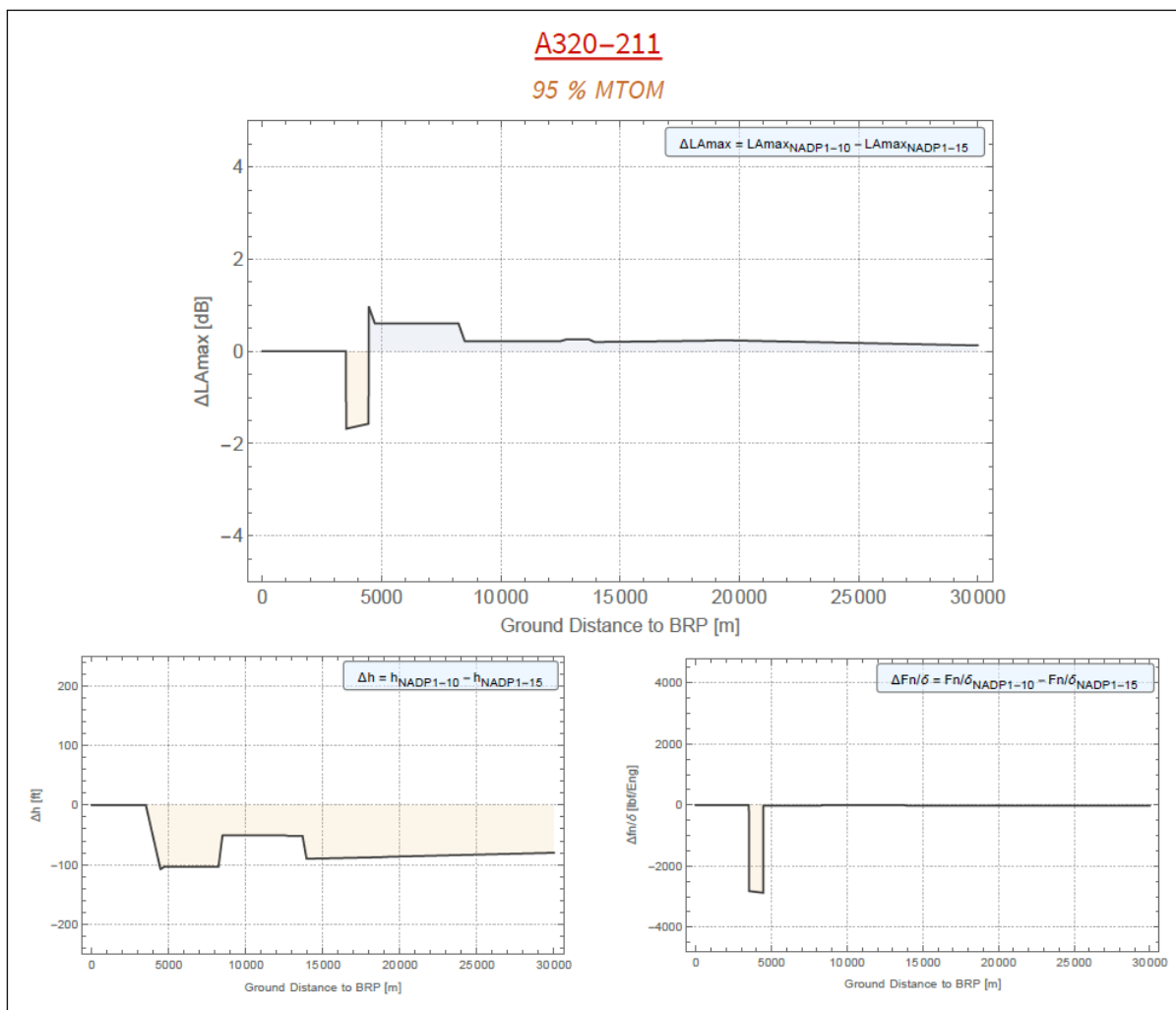


Abbildung 14: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, A320-211, Masseszenario 1

3.6 A380-841

3.6.1 Fixpunktprofile

Für die A380-841 ergeben sich die Fixpunktprofile im AzB-Format für beide untersuchten Massen wie in nachfolgender Abbildung 15 tabellarisch dargestellt:

<u>A380-841</u>			
NADP1-10			
100% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-1	0	0
3140	-1	96	0
5910	-1	97	-
6410	-	97	305
6910	-1	-	-
8090	-1	98	457
13290	-0,5	100	914
17210	-0,5	116	1084
18360	-0,5	120	1141
18520	-0,5	120	1155
22090	-1	133	1325
34950	-1,5	170	1901
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 34950	0	0	0,061

75% MTOM			
σ' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]
0	-4,5	0	0
2370	-4,5	87	0
5150	-4,5	88	-
5650	-	88	305
6150	-4,5	-	-
7330	-4,5	89	457
12540	-4,5	91	914
18260	-4,5	114	1157
19840	-4,5	121	1235
36770	-4,5	171	1987
σ' [m]	dZ/d σ' [dB/m]	dV/d σ' [1/s]	dH/d σ'
> 36770	0	0	0,059

Abbildung 15: Fixpunktprofile A380-841

3.6.2 Profilvergleich

Die nachfolgende Abbildung 16 zeigt die Vertikalprofile für die A380-841 vergleichend zum NADP 1-15 und NADP 2-10 Verfahren für beide Masseszenarien:

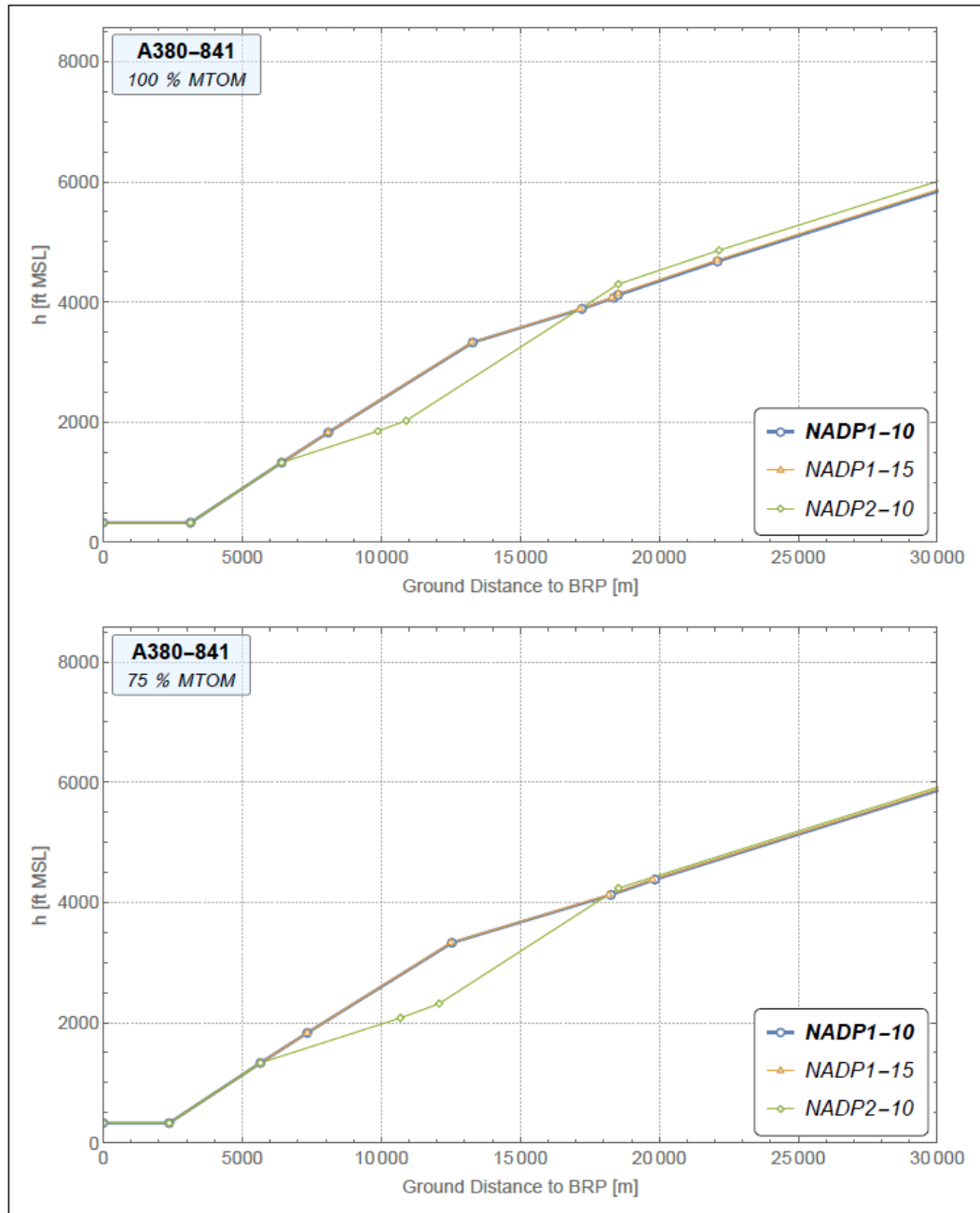


Abbildung 16: Vergleich der Vertikalprofile A380-841, beide Masseszenarien

Wie in Abbildung 16 zu sehen, ergeben sich für beide Masseszenarien nahezu keine Unterschiede zwischen dem NADP 1-10 und dem NADP 1-15 Verfahren. Dies ist vor allen Dingen auf den reduzierten Startschub zurückzuführen. Hierdurch ist die Schubänderung am Cutback sehr gering (*derated max take-off thrust* $\approx$ *max climb thrust*). Da sich die beiden Profile nur um die 500 ft Höhendifferenz des Cutbacks unterscheiden und ansonsten identisch sind, ist der Unterschied zwischen beiden Verfahren folglich vernachlässigbar gering.

Abkürzungsverzeichnis

ACC	Acceleration (Segment)
AG	Auftraggeber
ANP	Aircraft Noise and Performance
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
BRP	Brake Release Point
CAS	Calibrated Airspeed
CS	Constant Speed (Segment)
CSD	Constant Speed to Distance (Segment)
dB(A)	A-bewertetes Dezibel
Doc.	Document
ECAC	European Civil Aviation Conference
EU	Europäische Union
ft	Fuß (1 ft = 0,3048 m)
GfL	Gesellschaft für Luftverkehrsforschung mbH
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtorganisation)
ISA	Internationale Standardatmosphäre (Internationale Normatmosphäre – INA)
kt	Knoten (1 kt = 1,852 km/h)
L_{A,max}	A-bewerteter Maximalpegel
LFZ	Luftfahrzeug
MTOM	Maximum Takeoff Mass (maximale Startmasse)
NADP	Noise Abatement Departure Procedure
NM	Nautische Meile (1 NM = 1,852 km)
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations (ICAO Doc. 8168)
SEL	Sound Exposure Level
TO	Take Off (Segment)
TOGA	Take Off/Go Around (maximaler Startschub)

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Fixpunktprofile B737-800	8
Abbildung 2: Vergleich der Vertikalprofile B737-800, beide Masseszenarien	9
Abbildung 3: Fixpunktprofile B747-400	10
Abbildung 4: Vergleich der Vertikalprofile B747-400, beide Masseszenarien	11
Abbildung 5: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B747-400, Masseszenario 1	12
Abbildung 6: Fixpunktprofile B747-8	13
Abbildung 7: Vergleich der Vertikalprofile B747-8, beide Masseszenarien	14
Abbildung 8: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B747-8, Masseszenario 1	15
Abbildung 9: Fixpunktprofile B777-300ER.....	16
Abbildung 10: Vergleich der Vertikalprofile B777-300ER, beide Masseszenarien	17
Abbildung 11: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, B777-300ER, Masseszenario 1	18
Abbildung 12: Fixpunktprofile A320-211.....	19
Abbildung 13: Vergleich der Vertikalprofile A320-211, beide Masseszenarien	20
Abbildung 14: Lärm-/ Höhen- und Schubdifferenz NADP 1-10 vs. NADP 1-15, A320-211, Masseszenario 1	21
Abbildung 15: Fixpunktprofile A380-841.....	22
Abbildung 16: Vergleich der Vertikalprofile A380-841, beide Masseszenarien	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prozedurale Profilbeschreibung des NADP1-10 Verfahrens	7
---	---

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION: *Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations*. PANS-OPS, Doc. 8168, Volume I, Montréal, ICAO, April 2013
- [2] GESELLSCHAFT FÜR LUFTVERKEHRSFORSCHUNG: *Untersuchung der Startverfahren am Flughafen Frankfurt*, Dresden, 16.02.20022
- [3] EUROPEAN CIVIL AVIATION CONFERENCE (ECAC). *ECAC.CEAC Doc 29 – 4th Edition: Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports. Volume 2: Technical Guide*. Neuilly-sur-Seine, France: ECAC Secretariat, 7 December 2016.
- [4] BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND NUKLEARE SICHERHEIT (BMU). *Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzB)*, veröffentlicht im Bundesanzeiger Nr. 195a vom 23. Dezember 2008. Grundlage: Erste Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (1. FlugLSV) vom 27. Dezember 2008 (BGBl. I S. 2980), zuletzt geändert durch Artikel 101 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)