



---

# Projekt MfM-U Lärm

---

## Qualitätssicherung Messtechnik:

Parallelmessungen an den Lärmmessstationen  
MFM-U

März - Mai 2007

---

Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt BAFU  
3003 Bern

Kredit-Nr.: 3129.008

Vertrags-Nr.: 050303 / G111-0800

## Inhaltsverzeichnis

Ausgangslage.....	3
Messaufbau.....	3
Saltostation 01.....	4
Messresultate OASI-Datenbank:.....	4
Resultate Saltostation: .....	5
Resultate Kontrollsystem:.....	5
Vergleichstabelle Leq(A): .....	5
Frequenzspektrum .....	6
Saltostation 02.....	7
Messresultate OASI-Datenbank:.....	7
Resultate Saltostation: .....	7
Resultate Kontrollsystem:.....	7
Vergleichstabelle Leq(A): .....	8
Frequenzspektrum .....	8
Saltostation 04.....	9
Messresultate OASI-Datenbank:.....	9
Resultate Saltostation: .....	10
Resultate Kontrollsystem:.....	10
Vergleichstabelle Leq(A): .....	10
Frequenzspektrum .....	11
Saltostation 05.....	12
Messresultate OASI-Datenbank:.....	12
Resultate Saltostation: .....	12
Resultate Kontrollsystem:.....	12
Vergleichstabelle Leq(A): .....	13
Frequenzspektrum .....	13
Saltostation 06.....	14
Messresultate OASI-Datenbank:.....	14
Resultate Saltostation: .....	15
Resultate Kontrollsystem:.....	15
Vergleichstabelle Leq(A): .....	15
Frequenzspektrum .....	16
Vergleichstabelle Stundenmittelwerte aller Messstationen .....	17
Vergleich einiger Pegelzeitverläufe .....	17
Schlussfolgerung.....	22

## Ausgangslage

Zur Überprüfung der Messresultate der MFM-U Messstationen wurden im April 2007 während den Jahresunterhaltsarbeiten Parallelmessungen durchgeführt. Bei jeder Station wurde während einer Stunde mit einem unabhängigen Messsystem parallel zu den Saltstationen gemessen.

Die Messungen wurden zweikanalig durchgeführt. Während der ganzen Messzeit wurden bei beiden Systemen im 1 Sekundentakt die LeqA-Werte und die Terzspektren gespeichert. Diese Werte wurden anschliessend aus der unabhängigen Messkette und aus der Saltstation ausgelesen und nachbearbeitet. Es wurden die folgenden Auswertungen durchgeführt:

Aus den 1-Sekunden Werten wurden sowohl der Stunden-Leq und das Stunden-Terzspektrum gebildet. Es erfolgte anschliessend ein Vergleich zwischen dem Resultat des unabhängigen Kontrollsystems, der Saltstation und dem Wert in der OASI-Datenbank. Dies wurde für alle Stationen auf beiden Kanälen durchgeführt.

Damit kann gezeigt werden, dass die Saltstation korrekt misst und dass die Werte unverfälscht in die OASI-Datenbank gelangen. Aufgrund der etwas abweichenden Richtcharakteristiken der Mikrofone bei hohen Frequenzen wurden dort Differenzen erwartet.

## Messaufbau

Das Mikrofon wurde parallel zum bestehenden Mikrofon mit ca. 5 cm Abstand montiert. Trotz der Nähe der beiden Mikrofone können aufgrund von Reflexionen und speziellen Verhältnissen unter Umständen leicht verschiedene Signale resultieren.



Bild 1: Messaufbau Totalansicht



Bild 2: Messaufbau Detailansicht

## Saltostation 01

Ort: Tenniken BL  
 Datum: 13. April 2007  
 Messzeit: 12:00 – 13:00

### **Messresultate OASI-Datenbank:**

Date	Leq(A) CH1	Leq(A) CH2
	dB	dB
13.04.2007 12:15 (12:00 – 12:30)	77.1	77.3
13.04.2007 12:45 (12:30 – 13:00)	76.7	77.2

### Resultate Saltostation:

Datei	Tenniken_070413_113306.CMG	
Perioden	30m	
Start	13.04.07 12:00:00	
Ende	13.04.07 13:00:00	
Ort	Ch. 1	Ch. 2
Bewertung	A	A
Datentyp	Leq	Leq
Einheit	dB	dB
Beginn des Zeitraums	Leq	Leq
13.04.07 12:00:00	77.1	77.3
13.04.07 12:30:00	76.7	77.2
Gesamt	76.9	77.2

### Resultate Kontrollsystem:

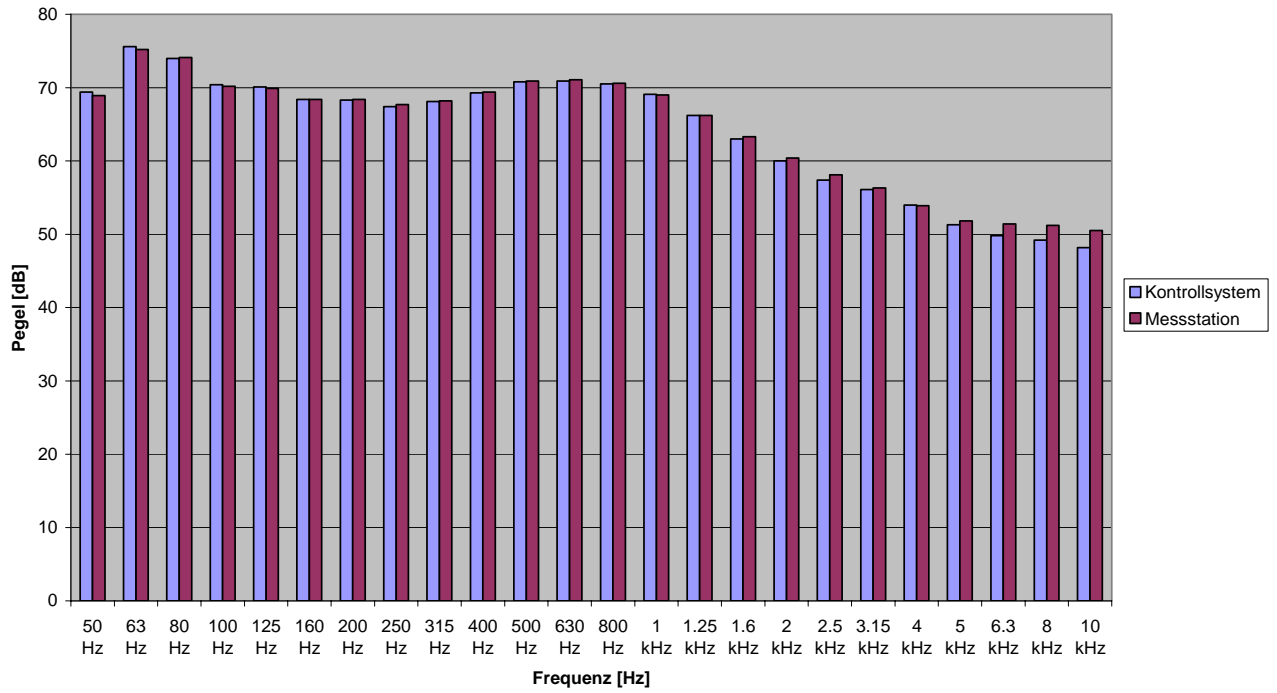
Kanal:	Zeit:	Leq (A)
1	13.04.2007 12:00:00.000 - 13.04.2007 12:30:00.000	77.0
2	13.04.2007 12:00:00.000 - 13.04.2007 12:30:00.000	77.2
1	13.04.2007 12:30:00.000 - 13.04.2007 13:00:00.000	76.6
2	13.04.2007 12:30:00.000 - 13.04.2007 13:00:00.000	77.1
1	13.04.2007 12:00:00.000 - 13.04.2007 13:00:00.000	76.8
2	13.04.2007 12:00:00.000 - 13.04.2007 13:00:00.000	77.2

### Vergleichstabelle Leq(A):

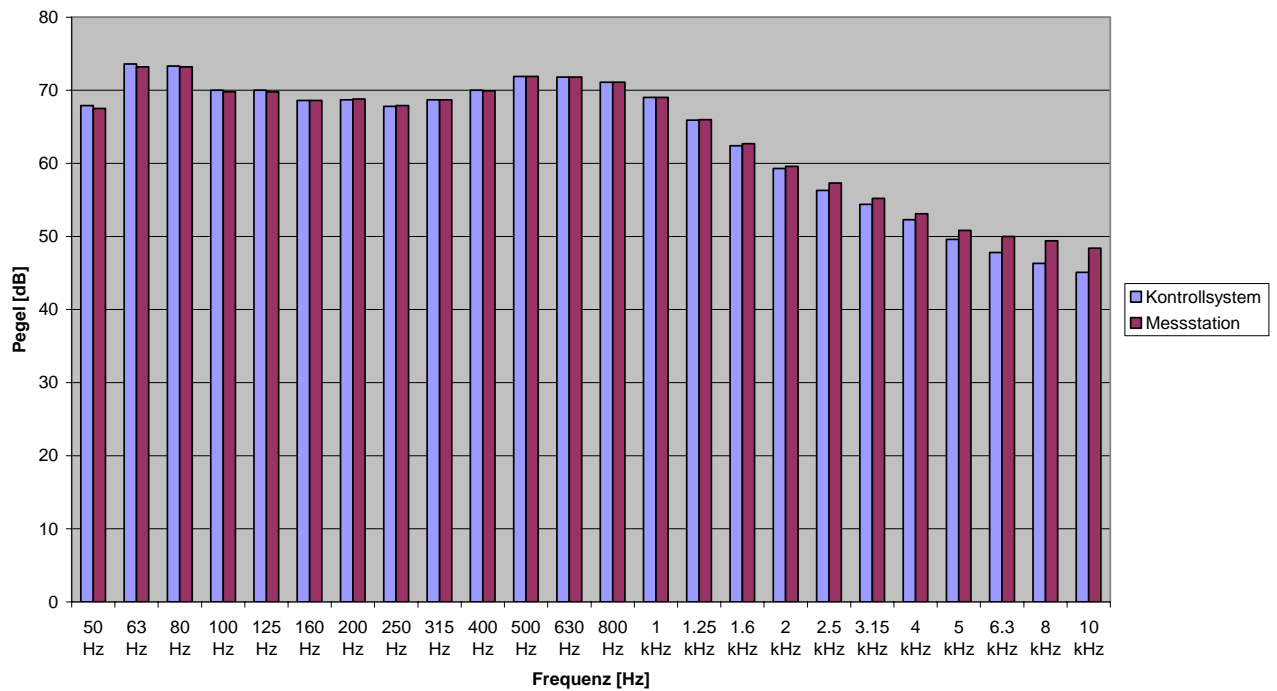
Kanal	Zeit	Oasi-DB	Saltostation	Kontrollsystem	Differenz
1	12:00 - 12:30	77.1	77.1	77.0	0.1
2	12:00 - 12:30	77.3	77.3	77.2	0.1
1	12:30 - 13:00	76.7	76.7	76.6	0.1
2	12:30 - 13:00	77.2	77.2	77.1	0.1
1	12:00 - 13:00		76.9	76.8	0.1
2	12:00 - 13:00		77.2	77.1	0.1

## Frequenzspektrum

Frequenzspektrum Tenniken, Kanal 1



Frequenzspektrum Tenniken, Kanal 2



## Saltostation 02

Ort: Reiden LU  
 Datum: 29. März 2007  
 Messzeit: 12:30 – 13:30

### Messresultate OASI-Datenbank:

Date	Leq(A) CH1	Leq(A) CH2
	dB	dB
29.03.2007 12:45 (12:30 – 13:00)	81.3	81.0
29.03.2007 13:15 (13:00 – 13:30)	81.6	81.6

### Resultate Saltostation:

Datei	Reiden_070329_122120.CMG	
Perioden	30m	
Start	29.03.07 12:30:00	
Ende	29.03.07 13:30:00	
Ort	Ch. 1	Ch. 2
Bewertung	A	A
Datentyp	Leq	Leq
Einheit	dB	dB
Beginn des Zeitraums	Leq	Leq
29.03.07 12:30:00	81.3	81.0
29.03.07 13:00:00	81.6	81.6
Gesamt	81.4	81.3

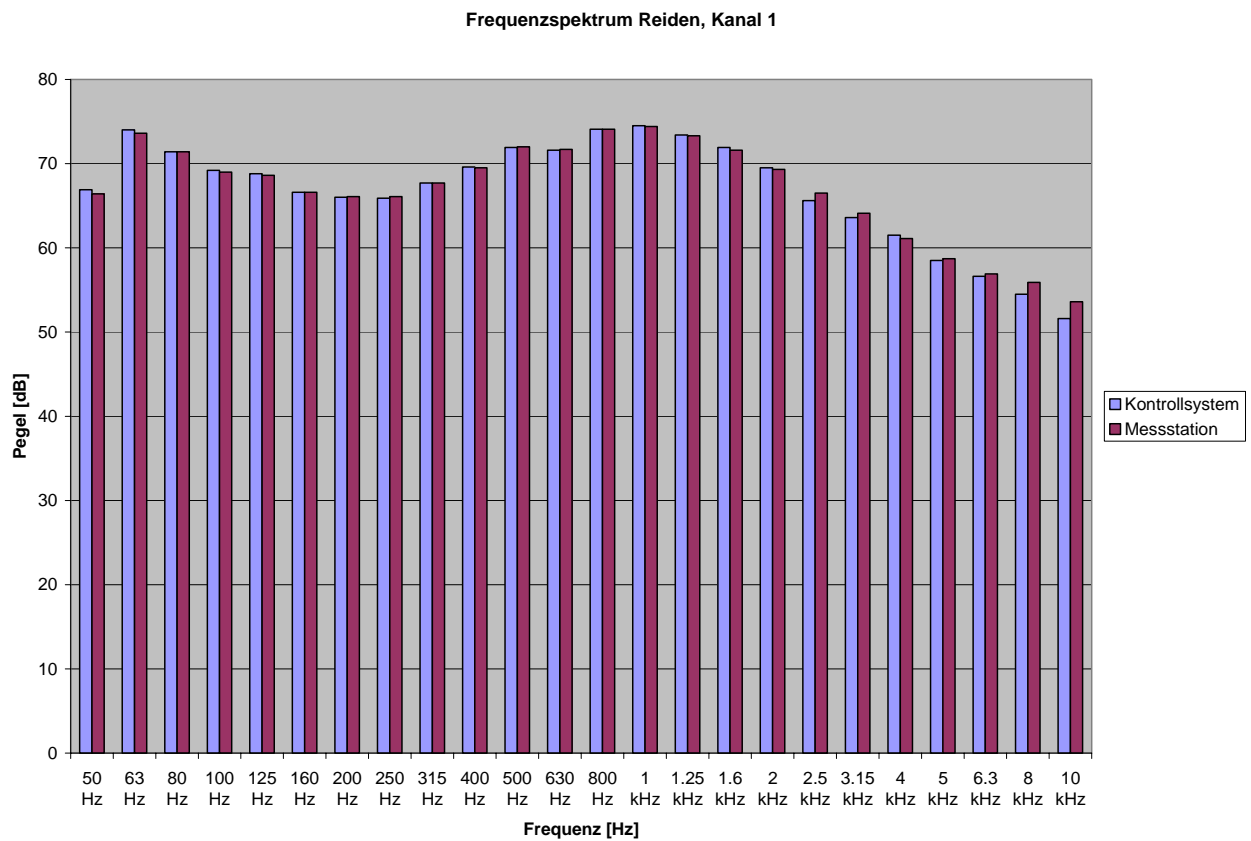
### Resultate Kontrollsystem:

Kanal:	Zeit:	Leq (A)
1	29.03.2007 12:30:00.000 - 29.03.2007 13:00:00.000	81.4
2	29.03.2007 12:30:00.000 - 29.03.2007 13:00:00.000	80.8
1	29.03.2007 13:00:00.000 - 29.03.2007 13:30:00.000	81.6
2	29.03.2007 13:00:00.000 - 29.03.2007 13:30:00.000	81.4
1	29.03.2007 12:30:00.000 - 29.03.2007 13:30:00.000	81.5
2	29.03.2007 12:30:00.000 - 29.03.2007 13:30:00.000	81.1

### Vergleichstabelle Leq(A):

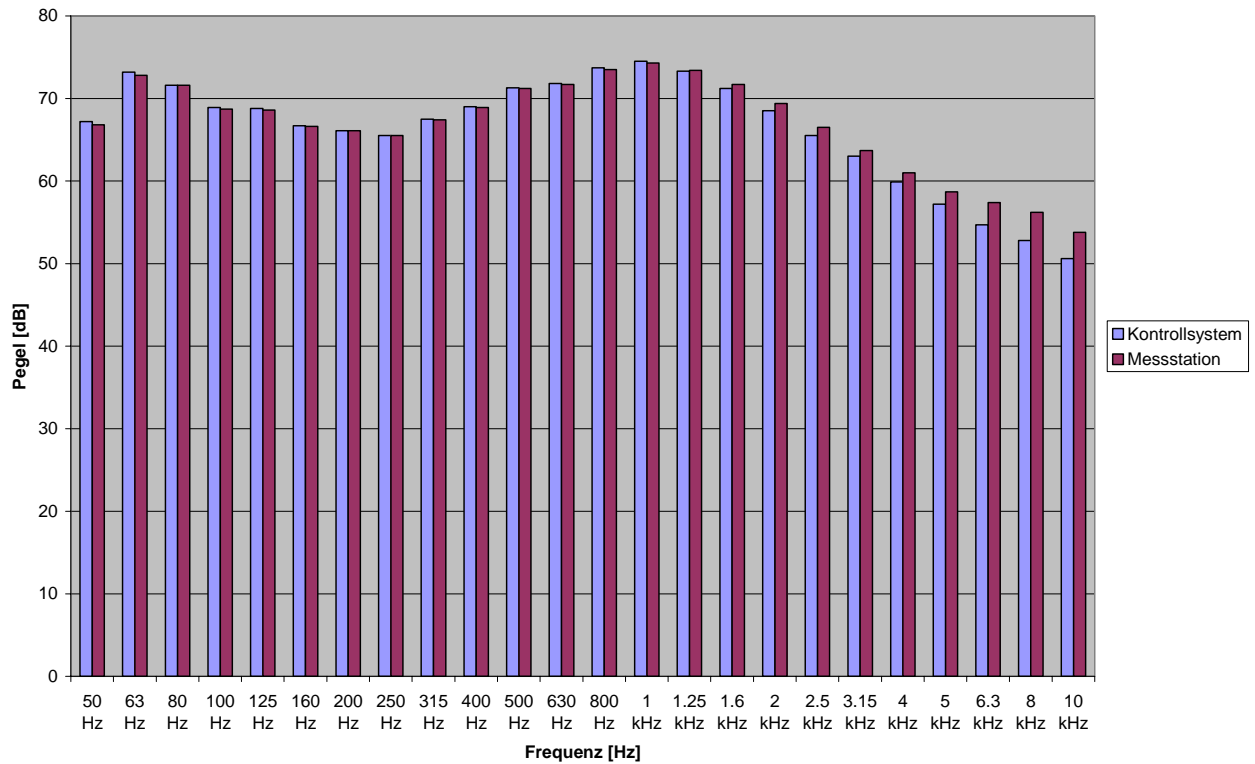
Kanal	Zeit	Oasi-DB	Saltostation	Kontrollsystem	Differenz
1	12:30 - 13:00	81.3	81.3	81.4	-0.1
2	12:30 - 13:00	81.0	81.0	80.8	0.2
1	13:00 - 13:30	81.6	81.6	81.6	0.0
2	13:00 - 13:30	81.6	81.6	81.4	0.2
1	12:30 - 13:30		81.4	81.5	-0.1
2	12:30 - 13:30		81.3	81.1	0.2

### Frequenzspektrum





Frequenzspektrum Reiden, Kanal 2



## Saltostation 04

Ort: Rothenbrunnen GR  
 Datum: 26. April 2007  
 Messzeit: 11:30 – 12:30

### Messresultate OASI-Datenbank:

Date	Leq(A) CH1	Leq(A) CH2
	dB	dB
26.04.2007 11:45 (11:30 – 12:00)	75.2	73.5
26.04.2007 12:15 (12:00 – 12:30)	75.5	73.7

### Resultate Saltostation:

Datei	Rothenbrunnen__070426_111121.CMG	
Perioden	30m	
Start	26.04.07 11:30:00	
Ende	26.04.07 12:30:00	
Ort	Ch. 1	Ch. 2
Bewertung	A	A
Datentyp	Leq	Leq
Einheit	dB	dB
Beginn des Zeitraums	Leq	Leq
26.04.07 11:30:00	75.2	73.5
26.04.07 12:00:00	75.5	73.7
Gesamt	75.4	73.6

### Resultate Kontrollsystem:

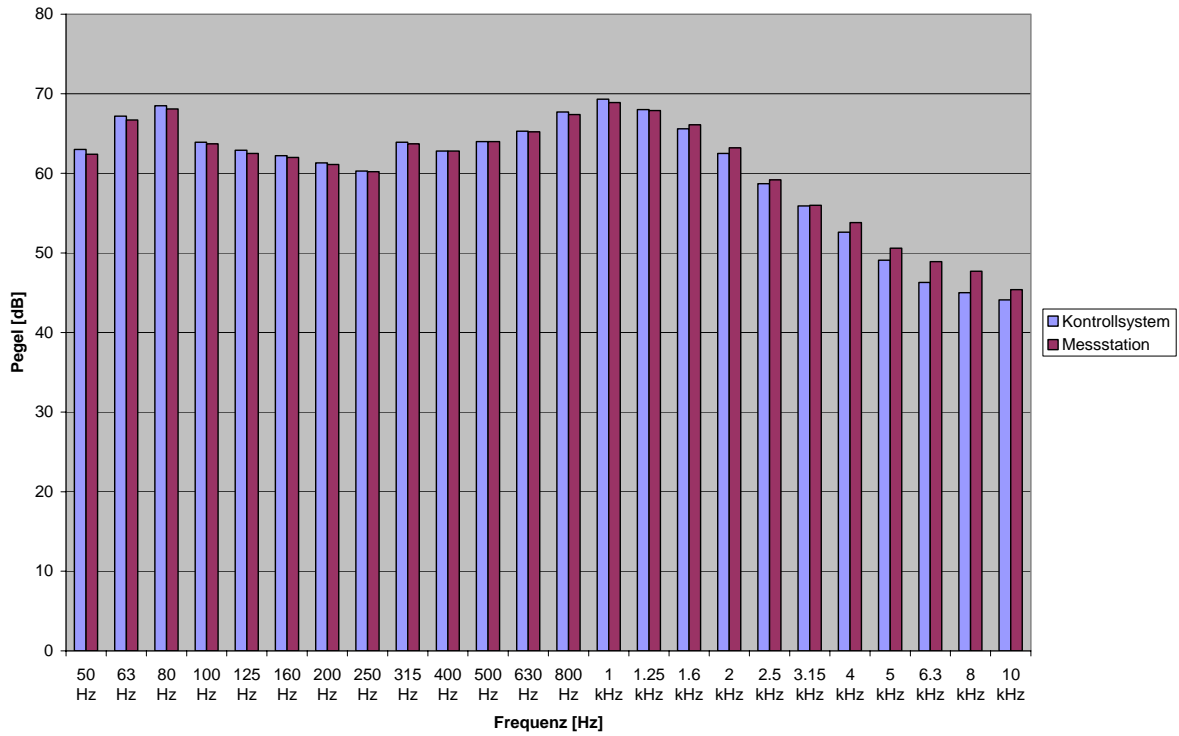
Kanal:	Zeit:	Leq (A)
1	26.04.2007 11:30:00.000 - 26.04.2007 12:00:00.000	75.2
2	26.04.2007 11:30:00.000 - 26.04.2007 12:00:00.000	73.1
1	26.04.2007 12:00:00.000 - 26.04.2007 12:30:00.000	75.6
2	26.04.2007 12:00:00.000 - 26.04.2007 12:30:00.000	73.2
1	26.04.2007 11:30:00.000 - 26.04.2007 12:30:00.000	75.4
2	26.04.2007 11:30:00.000 - 26.04.2007 12:30:00.000	73.1

### Vergleichstabelle Leq(A):

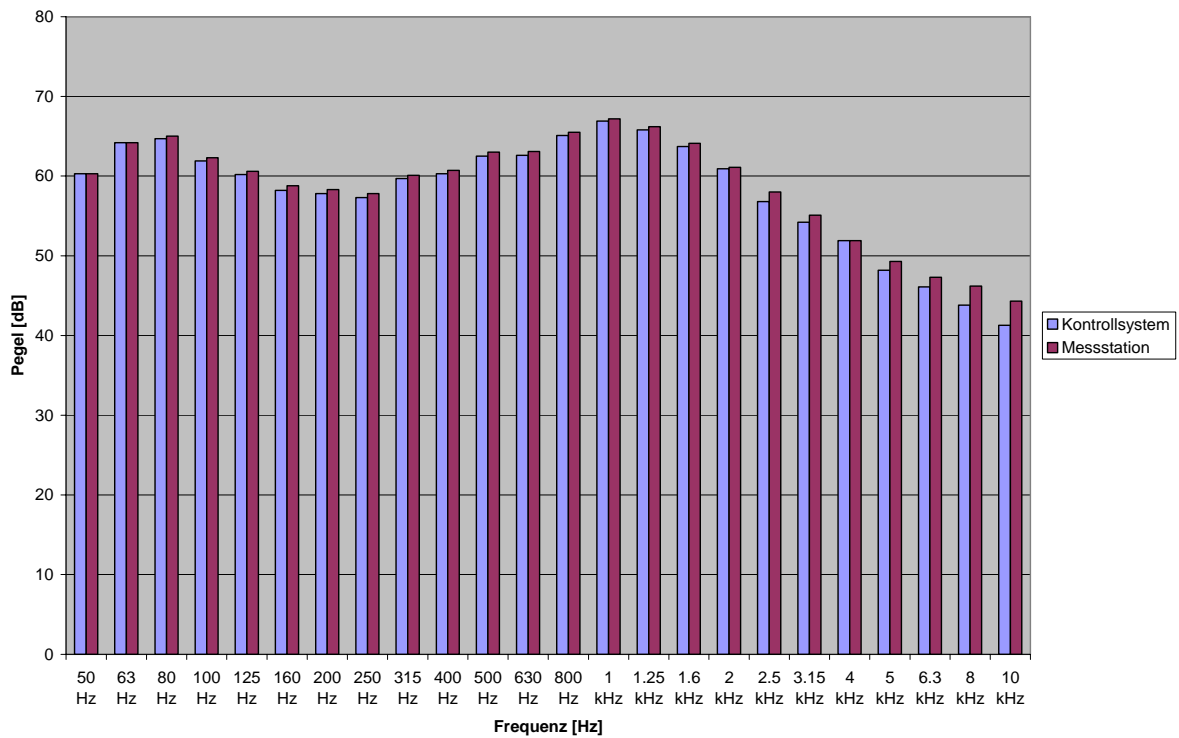
Kanal	Zeit	Oasi-DB	Saltostation	Kontrollsystem	Differenz
1	11:30 - 12:00	75.2	75.2	75.2	0.0
2	11:30 - 12:00	73.5	73.5	73.1	0.4
1	12:00 - 12:30	75.5	75.5	75.6	-0.1
2	12:00 - 12:30	73.7	73.7	73.2	0.5
1	11:30 - 12:30		75.4	75.4	0.0
2	11:30 - 12:30		73.6	73.1	0.5

## Frequenzspektrum

Frequenzspektrum Rothenbrunnen, Kanal 1



Frequenzspektrum Rothenbrunnen, Kanal 2



## Saltostation 05

Ort: Moleno TI  
 Datum: 19. April 2007  
 Messzeit: 15:33 – 16:33

### Messresultate OASI-Datenbank:

Date	Leq(A) CH1	Leq(A) CH2
	dB	dB
19.04.2007 15:45 (15:30 – 16:00)	76.7	77.8
19.04.2007 16:15 (16:00 – 16:30)	77.8	78.8

### Resultate Saltostation:

Datei	Moleno_070419_153259.CMG	
Perioden	30m	
Start	19.04.07 15:33:00	
Ende	19.04.07 16:33:00	
Ort	Ch. 1	Ch. 2
Bewertung	A	A
Datentyp	Leq	Leq
Einheit	dB	dB
Beginn des Zeitraums	Leq	Leq
19.04.07 15:33:00	76.7	77.9
19.04.07 16:03:00	77.9	78.8
Gesamt	77.4	78.4

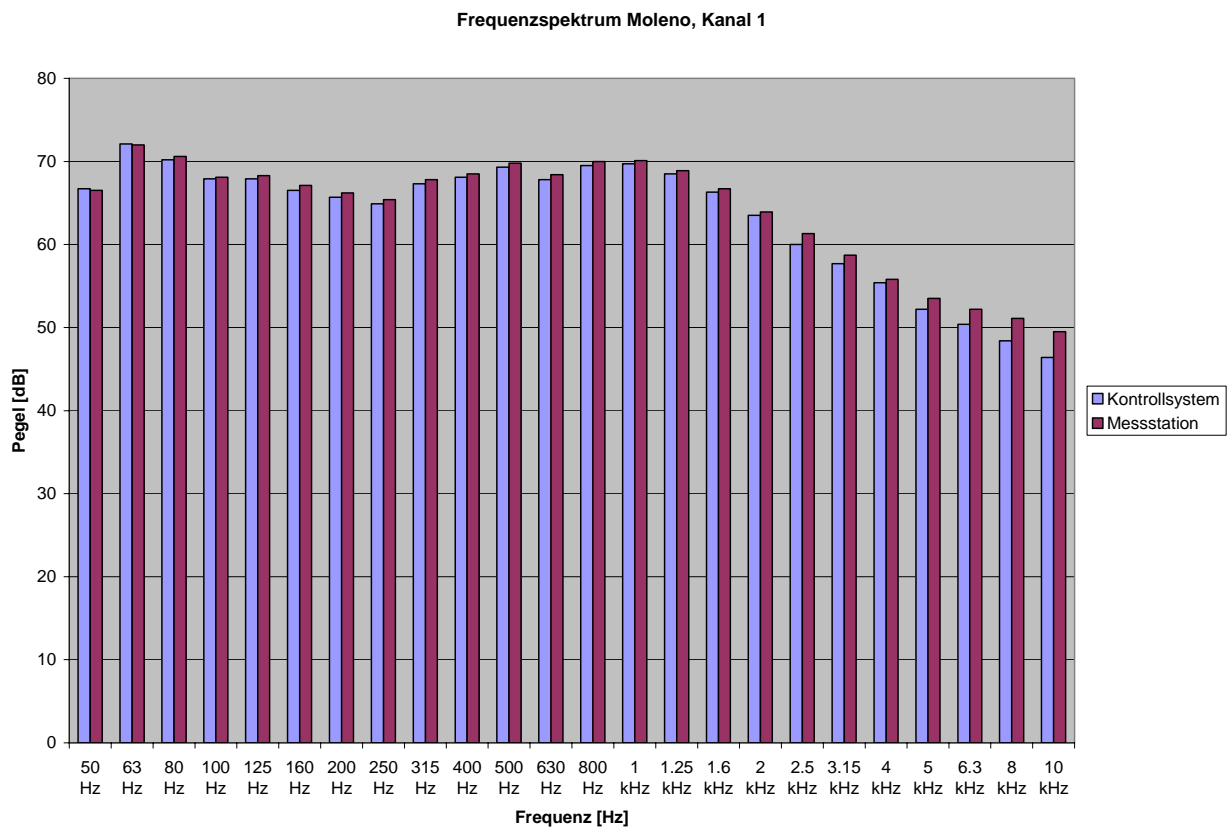
### Resultate Kontrollsystem:

Kanal:	Zeit:	Leq (A)
1	19.04.2007 15:33:00.000 - 19.04.2007 16:03:00.000	76.3
2	19.04.2007 15:33:00.000 - 19.04.2007 16:03:00.000	77.5
1	19.04.2007 16:03:00.000 - 19.04.2007 16:33:00.000	77.4
2	19.04.2007 16:03:00.000 - 19.04.2007 16:33:00.000	78.4
1	19.04.2007 15:33:00.000 - 19.04.2007 16:33:00.000	76.9
2	19.04.2007 15:33:00.000 - 19.04.2007 16:33:00.000	77.9

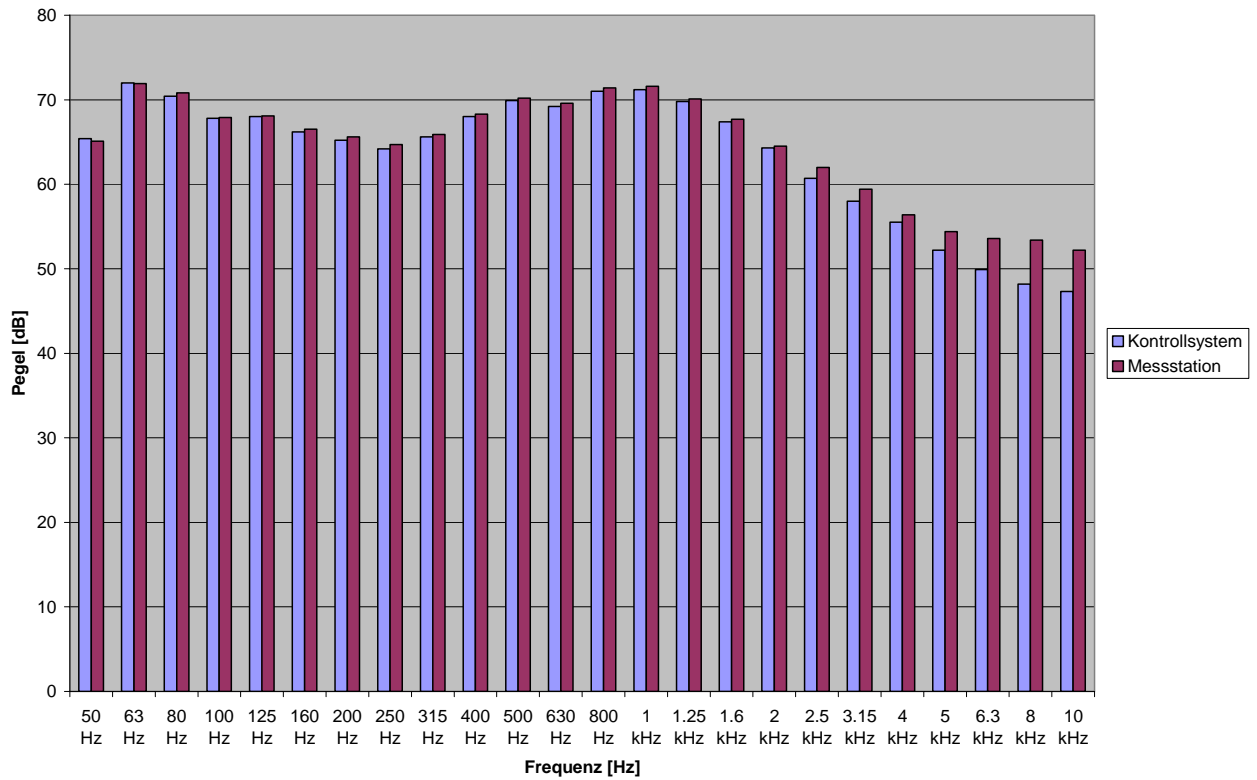
### Vergleichstabelle Leq(A):

Kanal	Zeit	Oasi-DB	Saltostation	Kontrollsystem	Differenz
1	15:30 - 16:00	76.7	76.7		
2	15:30 - 16:00	77.8	77.8		
1	16:00 - 16:30	77.8	77.8		
2	16:00 - 16:30	78.8	78.8		
1	15:33 - 16:03		76.7	76.3	0.4
2	15:33 - 16:03		77.9	77.5	0.4
1	16:03 - 16:33		77.9	77.4	0.5
2	16:03 - 16:33		78.8	78.4	0.4
1	15:33 - 16:33		77.4	76.9	0.5
2	15:33 - 16:33		78.4	77.9	0.5

### Frequenzspektrum



Frequenzspektrum Moleno, Kanal 2



## Saltstation 06

Ort: Camignolo TI  
 Datum: 19. April 2007  
 Messzeit: 10:40 – 11:40

### Messresultate OASI-Datenbank:

Date	Leq(A) CH1	Leq(A) CH2
	dB	dB
19.04.2007 11:15 (11:00 – 11:30)	81.6	81.6
19.04.2007 11:45 (11:30 – 12:00)	81.8	81.5

### Resultate Saltostation:

Datei	Camignolo_070419_103806.CMG	
Perioden	30m	
Start	19.04.07 10:40:00	
Ende	19.04.07 11:40:00	
Ort	Ch. 1	Ch. 2
Bewertung	A	A
Datentyp	Leq	Leq
Einheit	dB	dB
Beginn des Zeitraums	Leq	Leq
19.04.07 10:40:00	81.5	81.8
19.04.07 11:10:00	81.2	81.6
Gesamt	81.4	81.7

### Resultate Kontrollsystem:

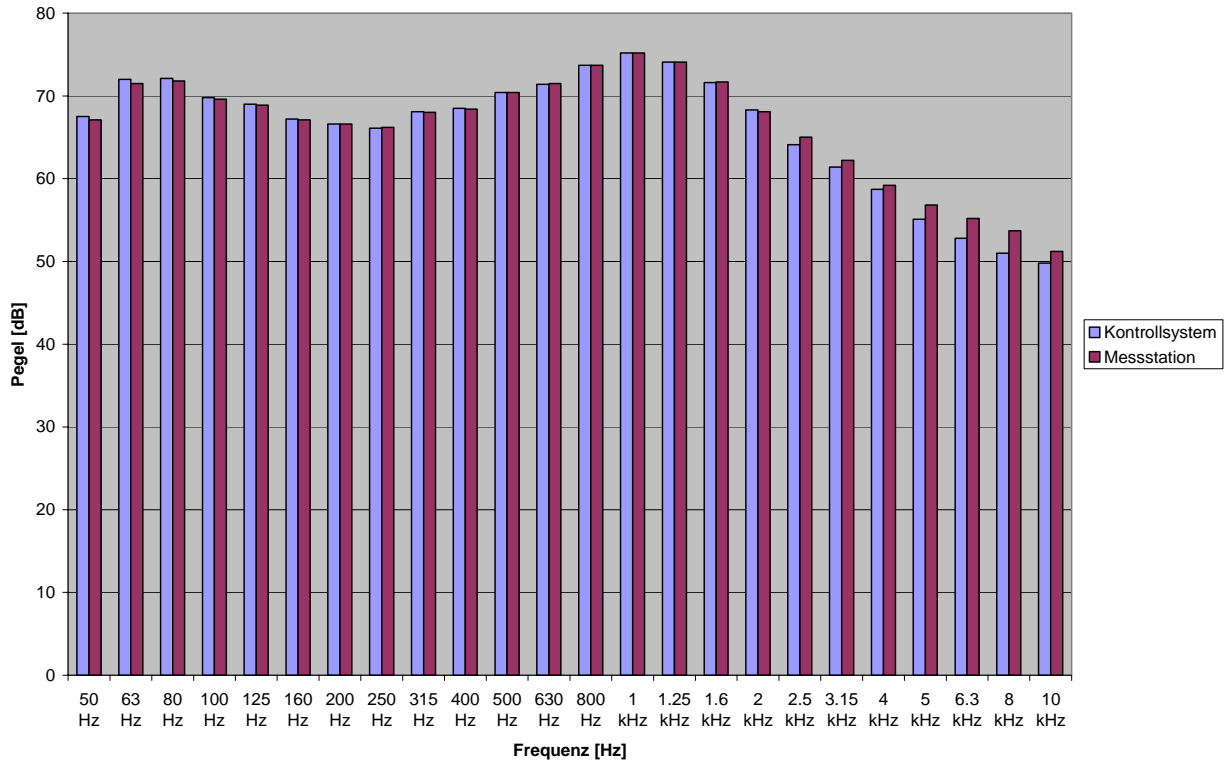
Kanal:	Zeit:	Leq (A)
1	19.04.2007 11:10:00.000 - 19.04.2007 11:40:00.000	81.2
2	19.04.2007 11:10:00.000 - 19.04.2007 11:40:00.000	81.4
1	19.04.2007 10:40:00.000 - 19.04.2007 11:10:00.000	81.5
2	19.04.2007 10:40:00.000 - 19.04.2007 11:10:00.000	81.6
1	19.04.2007 10:40:00.000 - 19.04.2007 11:40:00.000	81.3
2	19.04.2007 10:40:00.000 - 19.04.2007 11:40:00.000	81.5

### Vergleichstabelle Leq(A):

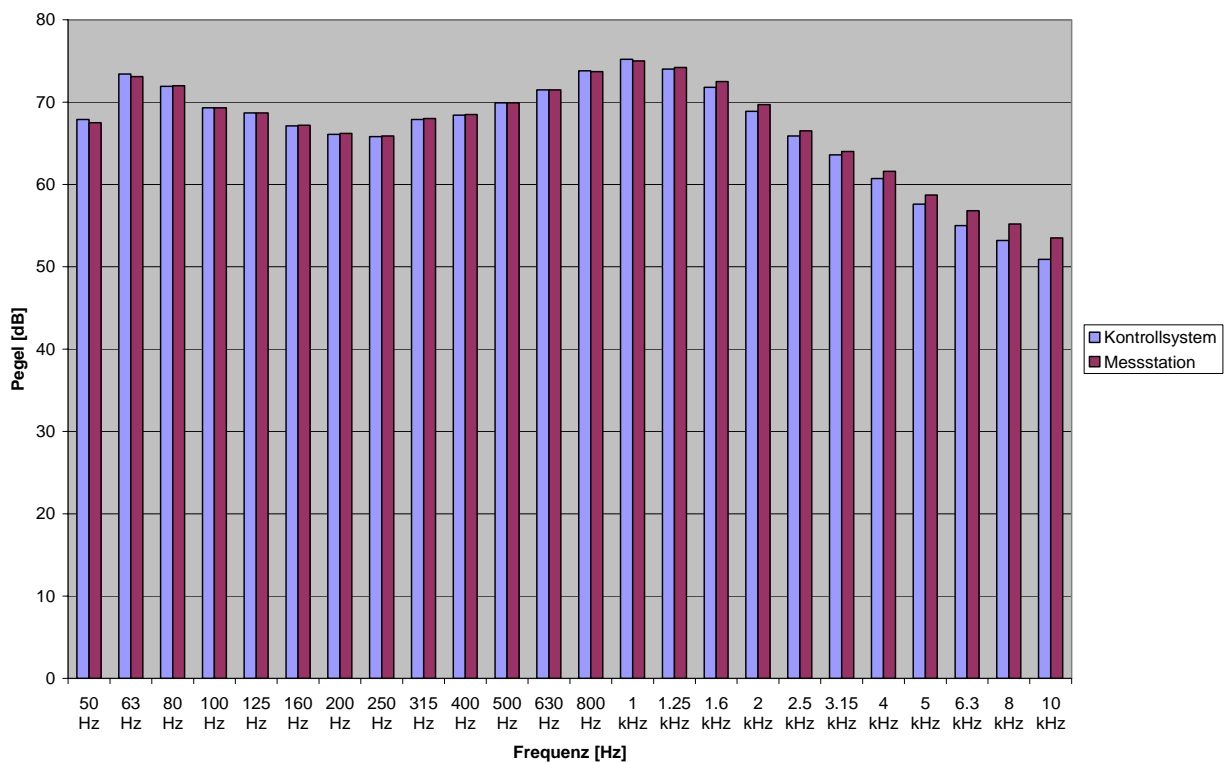
Kanal	Zeit	Oasi-DB	Saltostation	Kontrollsystem	Differenz
1	11:00 - 11:30	81.4	81.4		
2	11:00 - 11:30	82.1	81.8		
1	11:30 - 12:00	81.6	81.2		
2	11:30 - 12:00	81.6	81.6		
1	10:40 - 11:10		81.5	81.2	0.3
2	10:40 - 11:10		81.8	81.4	0.4
1	11:10 - 11:40		81.2	81.5	-0.3
2	11:10 - 11:40		81.6	81.6	0.0
1	10:40 - 11:40		81.4	81.3	0.1
2	10:40 - 11:40		81.7	81.5	0.2

## Frequenzspektrum

Spektren-Vergleich: Camignolo Kanal 1



Spektren-Vergleich: Camignolo Kanal 2



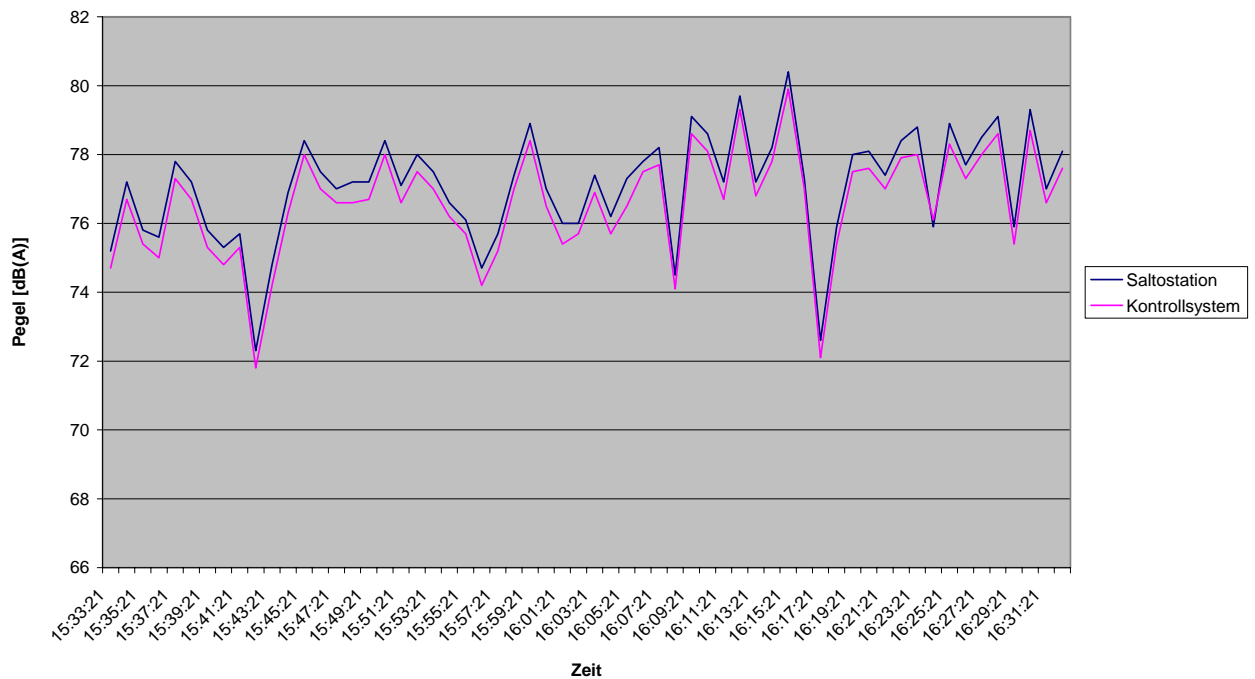


## Vergleichstabelle Stundenmittelwerte aller Messstationen

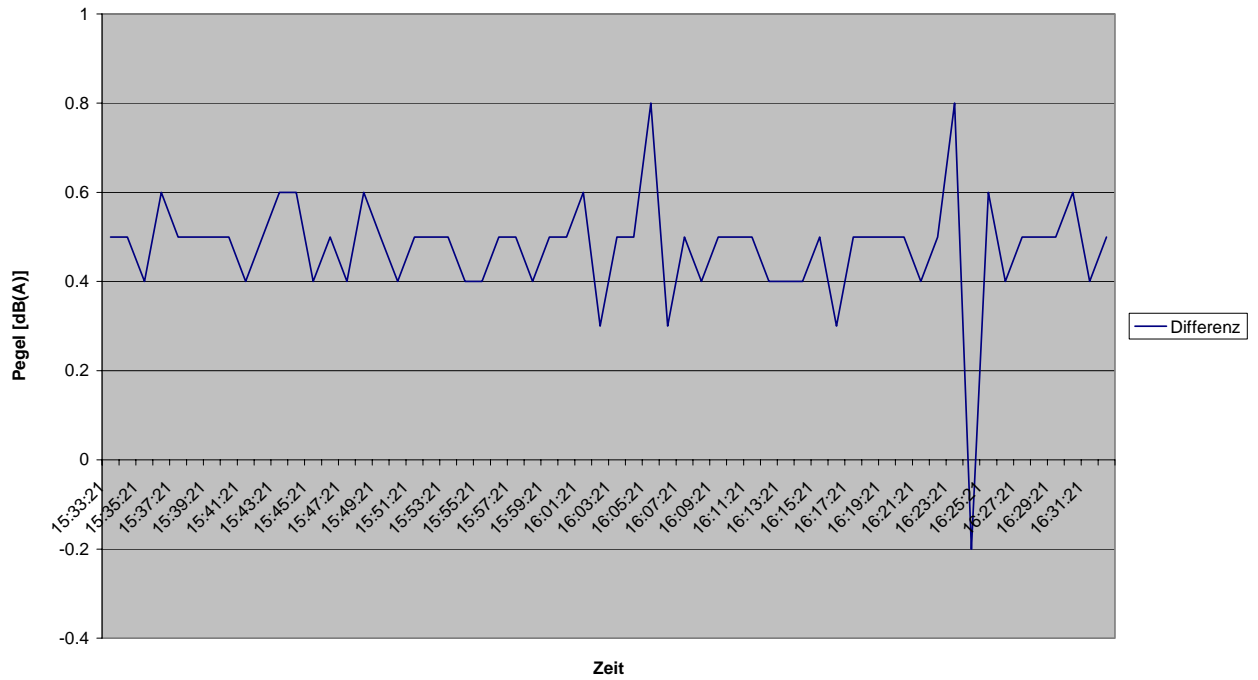
Messstation	Stundenmittelwert [dB(A)]			Stundenmittelwert [dB(A)]		
	Saltostation CH1	Kontrolle CH1	Differenz CH2	Saltostation CH2	Kontrolle CH2	Differenz CH2
01 Tenniken	76.9	76.8	0.1	77.2	77.1	0.1
02 Reiden	81.4	81.5	-0.1	81.3	81.1	0.2
04 Rothenbrunnen	75.4	75.4	0.0	73.6	73.1	0.5
05 Moleno	77.4	76.9	0.5	78.4	77.9	0.5
06 Camignolo	81.4	81.3	0.1	81.7	81.5	0.2

## Vergleich einiger Pegelzeitverläufe

Vergleich: Saltostation-Kontrollsystem Moleno, Kanal 1

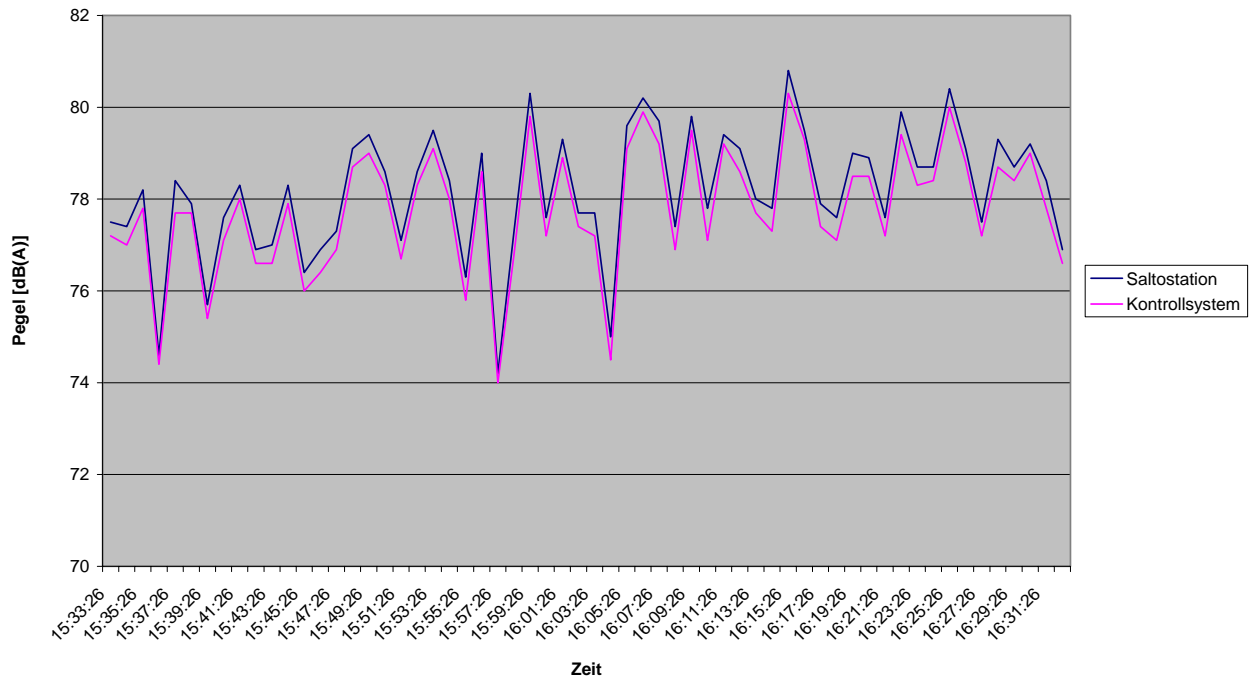


**Differenz: Saltostation-Kontrollsystem Moleno, Kanal 1**

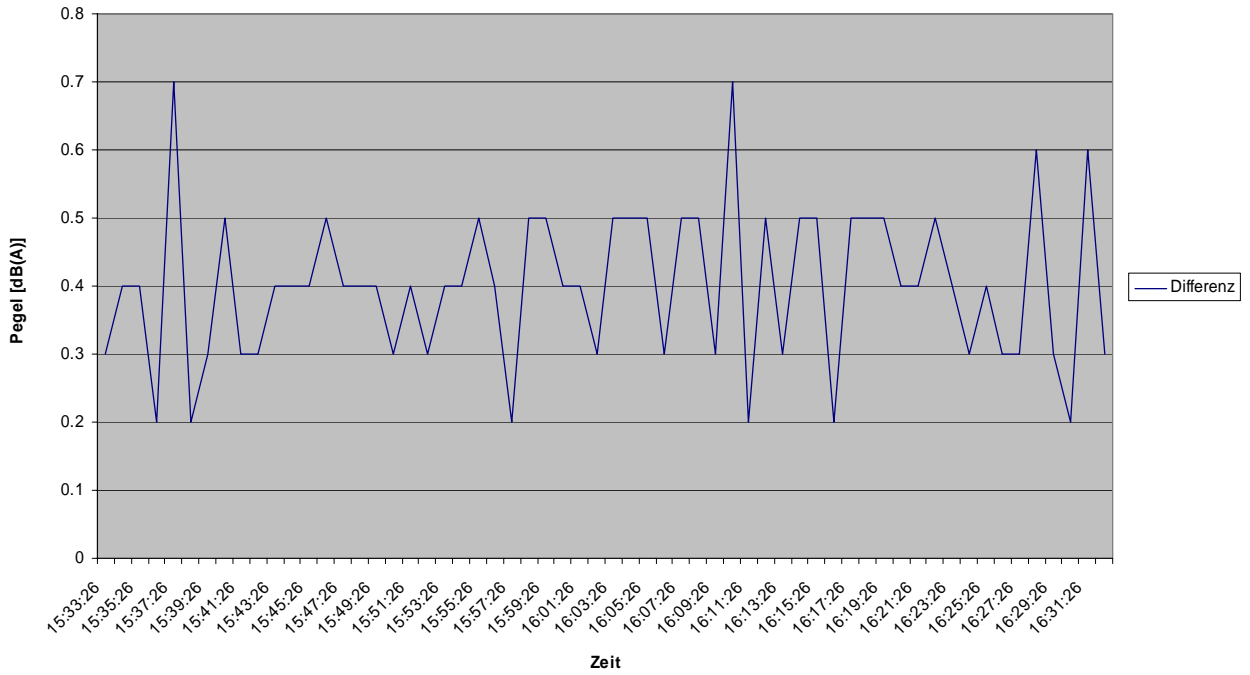


Man beachte die systematische Abweichung von ca. 0.5dB.

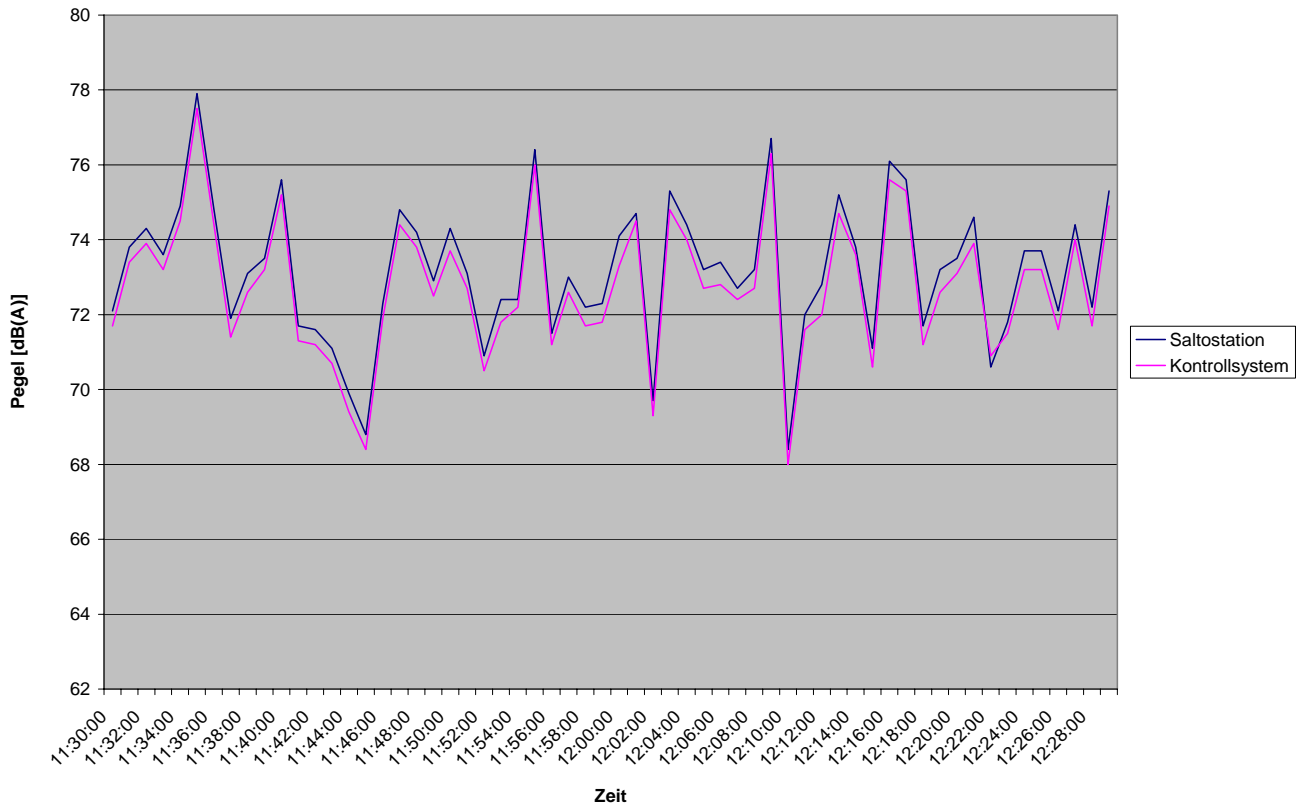
**Vergleich: Saltostation-Kontrollsystem Moleno, Kanal 2**



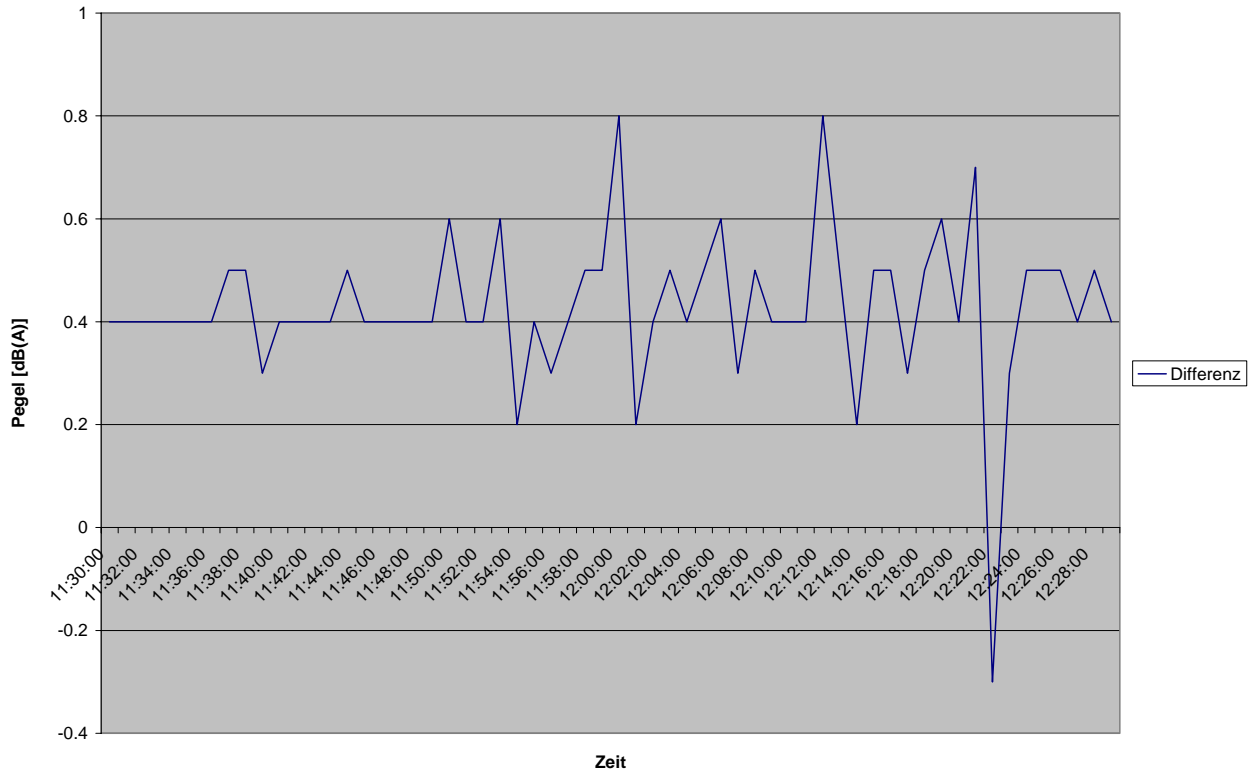
**Differenz: Saltostation-Kontrollsystem Moleno, Kanal 2**



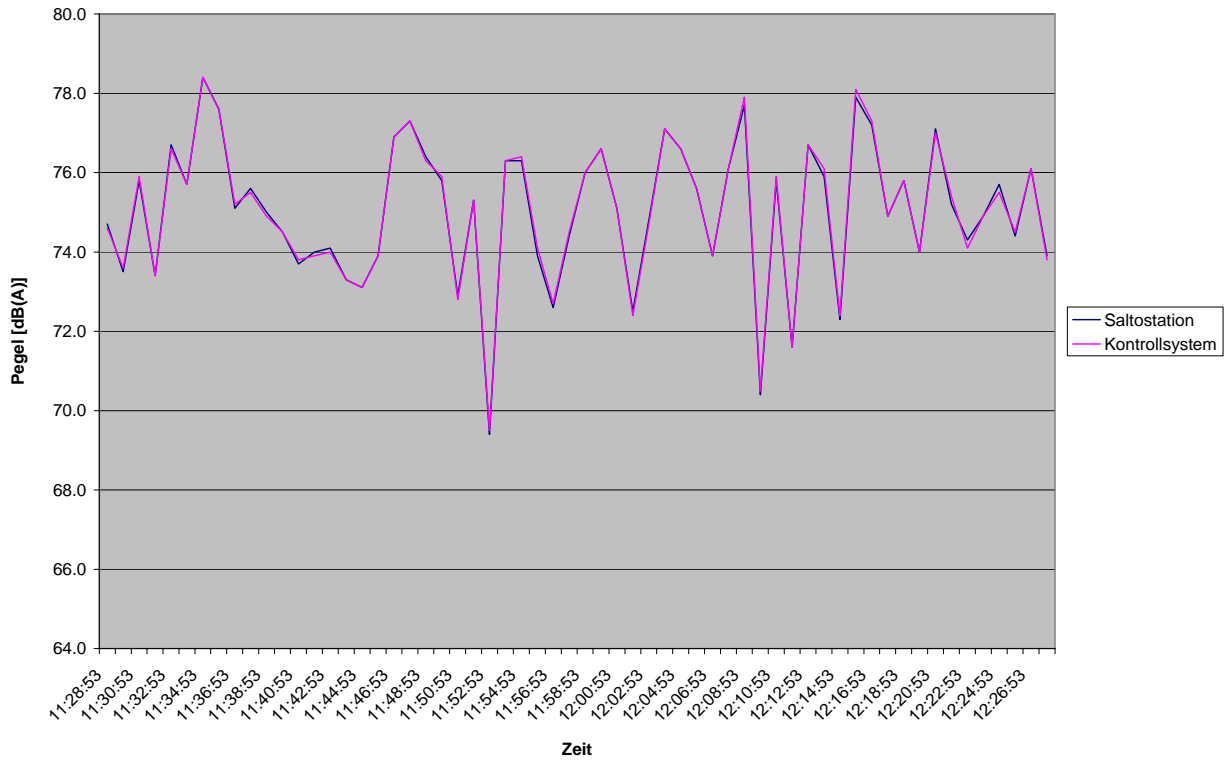
**Vergleich: Saltostation-Kontrollsystem Rothenbrunnen, Kanal 2**



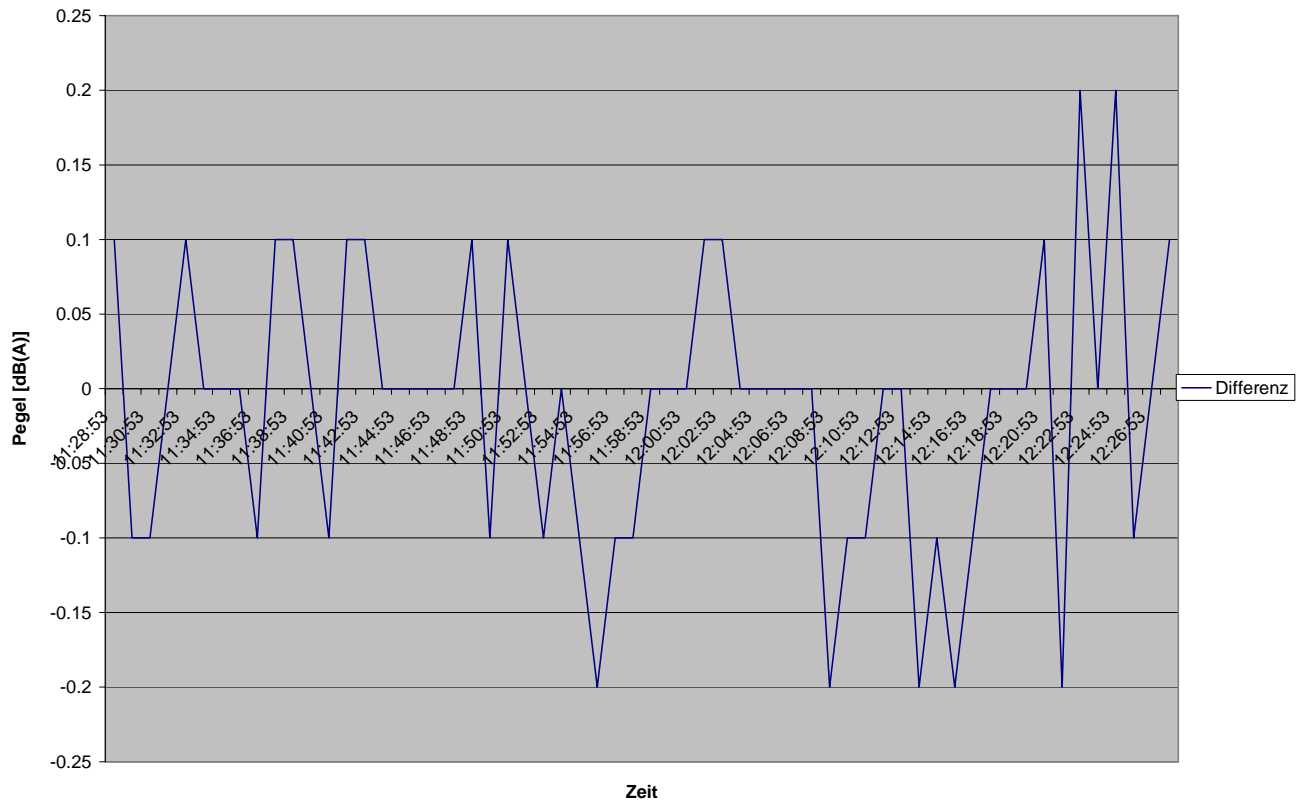
Differenz: Saltostation-Kontrollsystem Rothenbrunnen, Kanal 2



Vergleich: Saltostation-Kontrollsystem Rothenbrunnen, Kanal 1



Differenz: Saltostation-Kontrollsystem Rothenbrunnen, Kanal 1



Man beachte die zufällige Verteilung mit Mittelwert 0.

## Schlussfolgerung

Der Vergleich der Messdaten der SALTO Stationen mit den Werten in der OASI-Datenbank ergibt keine Unterschiede. Somit werden die Daten korrekt übertragen und in die Datenbank geschrieben.

Es wurden die Stundenmittelwerte der Saltostationen und des Kontrollsystems verglichen. Die Abweichungen betragen zwischen 0 – 0.5 dB.

Es ergibt sich eine mittlere Abweichung von 0.21 dB mit einer Standardabweichung von 0.218 dB.

Bei genauerem Betrachten der Differenzen zeigt es sich, dass die grösseren Abweichungen systematischer Art sind (z.B. Moleno Kanal 1). Bei kleinen Abweichungen sind die Abweichungen zufällig verteilt (z.B. Rothenbrunnen Kanal 1).

Somit liegt der Schluss nahe, dass sich ein grosser Teil der Abweichung aufgrund der Ungenauigkeit der Kalibrierung oder aufgrund einer prinzipiellen Änderung des Schallfeldes erklären lässt (z.B. Abschattung des Kontrollsystems bei hohen Frequenzen).

Zusammenfassend gesagt, konnte mit dieser Parallelmessung nachgewiesen werden, dass Messung, Datenaufzeichnung und Datenauswertung auf allen fünf Messstationen einwandfrei funktionieren.