

## DNMS – Test der akustischen Eigenschaften von Firmware Version 2

Der Test diente zur Überprüfung des Messbereichs und der Messgenauigkeit des DNMS auf der Basis der Firmware Version 2. Er erfolgte zusammen mit der HFT (Hochschule für Technik, Stuttgart) im Akustik Labor des Zentrums für Akustische und Thermische Bauphysik (ZFB).

Datum: 18.03.2021 und 22.04.2021

Ort: Reflexionsarmer Raum im ZFB, Stuttgart-Vaihingen

Teilnehmer: Andreas Drechsler (HFT Stuttgart) und Helmut Bitter (Entwickler DNMS)

Am 18.03.2021 waren 3 DNMS Systeme basierend auf Teensy4.0 aufgebaut. In zwei Durchgängen wurden mit diesen Systemen 6 Mikrofone getestet.

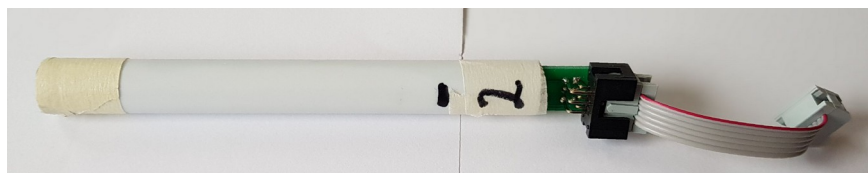
Am 22.04.2021 waren 5 DNMS Systeme basierend auf Teensy4.0 aufgebaut. In einem Durchgang wurden 5 Mikrofone getestet.

Als Vergleichsreferenz kam ein Klasse 1 Audio- und Akustik-Analysator XL2 der Firma NTi Audio mit MA220 Vorverstärker und M2230 Mikrophonkapsel zum Einsatz. Das XL2 wurde zu Beginn der Messreihe am 18.03.2021 und am 22.04.2021 mit einem Klasse 1 Schallkalibrator kalibriert.

Am 18.03.2021 wurden die folgenden DNMS Mikrofone gemessen:

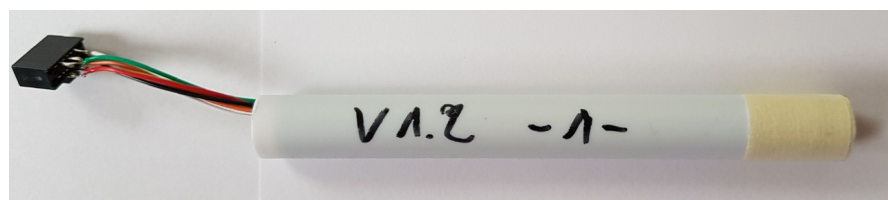
- M2 – rundes Mikrofonboard mit orthogonal aufgesetztem Board für den Signaltransport, Baujahr 6/2020

Abbildung M2:



- N1 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021

Abbildung N1:



- N2 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021 – Abbildung wie N1
- N5 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021 – Abbildung wie N1
- N6 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021- Abbildung wie N1
- N7 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021 – Abbildung wie N1

Am 22.04.2021 wurden die folgenden DNMS Mikrofone gemessen:

- N4 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021 – Abbildung wie N1
- N5 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021- Abbildung wie N1
- N6 - rundes Mikrofonboard mit Anschlussbuchse für Kabel und eingegossenem Kabel, Baujahr 3/2021 – Abbildung wie N1
- M3 – rundes Mikrofonboard mit orthogonal aufgesetztem Board für den Signaltransport, Baujahr 6/2020 – Abbildung wie M2
- E1 – Pesky Breakout Board in 13mm Edelstahlrohr mit angelöteten Kabeln und eingegossen, Baujahr 4/2021

Abbildung E1:



### **Folgende Test wurden durchgeführt:**

1. Am 18.03.2021 Test mit Kalibrator mit 94 dB bei 1000 Hz, am 22.04.2021 mit 94 dB und 114 dB.
2. Ermittlung des unteren LAeq Messbereichs (Grundgeräusch/Eigengeräusch)
3. Test PN (Pink Noise) und WN (White Noise) mit unterschiedlichen Leveln bei den Mikrofonen M2, N1 und N2 am 18.03.2021 und am 22.04.2021 mit den Mikrofonen N4, N5, N6, M3 und S1.

4. Am 18.03.2021 Test PN mit unterschiedlichen Leveln bei den Mikrofonen N5, N6 und N7 um auch bei niedrigen Leveln die Linearität zu testen und am 22.04.2021 mit den Mikrofonen N4, N5, N6, M3 und S1.
5. Aufnahme Wav-Dateien von Sweep und Chirp Folgen bei jeweils drei unterschiedlichen Leveln und Auswertung im Zeit- und Frequenzbereich mit dem Softwarepaket Artemis. Die Aufnahmen vom 18.03.2021 konnten nicht ausgewertet werden, da die Aufnahmen nicht in Ordnung waren.

## Ergebnisse:

### 1.1 Test mit 94 dB mit 1000 Hz Kalibrator (Werte in dB(A)) am 18.03.2021

XL2	M2	N1	N2	N5	N6	N7
94,0	94,44	94,29	94,15	94,09	94,18	94,48

### 1.2 Test mit 94 dB und 114 dB mit 1000 Hz Kalibrator (Werte in dB(A)) am 22.04.2021

XL2	N4	N5	N6	M3	S1
94,0	93,93	94,39	94,08	94,16	93,83
114,0	114,27	114,35	113,99	114,10	113,79

### 2.1 Ermittlung des unteren LAeq Messbereichs (Grundgeräusch/Eigengeräusch, Werte in dB(A)) am 18.03.2021

XL2	M2	N1	N2	N5	N6	N7
<20	27,83	28,33	26,86	28,93	27,51	28,63

### 2.2 Ermittlung des unteren LAeq Messbereichs (Grundgeräusch/Eigengeräusch, Werte in dB(A)) am 22.04.2021

XL2	N4	N5	N6	M3	S1
<20	28,86	29,47	27,98	29,29	27,14

3.1 Test PN (Pink Noise) und WN (White Noise) mit unterschiedlichen Leveln bei den Mikrofonen M2, N1 und N2 (LAeq Werte in dB(A)) am 18.03.2021

	XL2	M2	N1	N2
PN	38,0	38,55	38,56	38,35
WN	38,2	38,82	39,01	38,85
PN	50,0	50,21	50,16	50,12
WN	50,0	50,51	50,66	50,61
PN	70,0	70,13	70,10	70,02
WN	70,0	70,30	70,52	70,48

3.2 Test PN (Pink Noise) und WN (White Noise) mit unterschiedlichen Leveln bei den Mikrofonen N4, N5, N6, M3 und S1 (LAeq Werte in dB(A)) am 22.04.2021

	XL2	N4	N5	N6	M3	S1
PN	49,8	50,03	50,24	50,04	49,97	49,45
WN	50,1	50,56	50,72	50,57	50,28	49,57
PN	70,0	69,97	70,16	69,98	69,87	69,41
WN	70,0	70,52	70,66	70,52	70,22	69,53

4.1 Test PN (Pink Noise) mit unterschiedlichen Leveln bei den Mikrofonen N5, N6 und N7 (LAeq Werte in dB(A)) am 18.03.2021

	XL2	N5	N6	N7
PN	30,0	32,71	31,84	32,36
PN	35,0	36,71	35,62	35,85
PN	40,0	40,68	40,15	40,35
PN	50,0	50,39	49,91	50,06
PN	70,0	70,28	69,81	69,96
PN	85,0	85,23	84,74	84,86

4.2 Test PN (Pink Noise) mit unterschiedlichen Leveln und WN mit 38,1 dB(A) bei den Mikrofonen N4, N5, N6, M3 und S1 (LAeq Werte in dB(A)) am 22.04.2021

	XL2	N4	N5	N6	M3	S1
PN	30,3	32,39	32,78	32,05	32,59	31,44
PN	35,1	35,92	36,23	35,74	35,96	35,13
PN	38,0	38,48	38,72	38,37	38,49	37,81
WN	38,1	38,97	39,20	38,91	38,74	37,91

5.1 Aufnahme Wav-Dateien von Sweep und Chirp Folgen bei jeweils drei unterschiedlichen Leveln am 18.03.2021 und Auswertung im Zeit- und Frequenzbereich mittels Artemis.

-

Auswertung konnte nicht erfolgen aufgrund fehlerhafter Aufnahmen.

5.2 Aufnahme Wav-Dateien von Sweep und Chirp Folgen bei jeweils drei unterschiedlichen Leveln (38, 50 und 70 dB(A)) am 22.04.2021 und Auswertung im Zeit- und Frequenzbereich mittels ArtemiS Suite.

Dokumentation der Ergebnisse im Anhang, neben Pink Noise und White Noise wurden auch ein Sweep-Signal und ein Chirp-Signal aufgezeichnet und ausgewertet.

### **Fazit der Messungen von Andreas Drechsler, HFT Stuttgart:**

Die Abweichungen der Messergebnisse der DNMS Mikrofone zu den Ergebnissen mit dem kalibrierten Klasse 1 Analysator NTi Audio XL 2 liegen bei den Einzahlwerten fast immer unter  $\pm 1$  dB(A). Ausnahme sind sehr geringe Schalldruckpegel unter 40 dB(A). Hier sind größere Abweichungen bis zu + 3 dB(A) feststellbar. Das Eigengeräusch der verwendeten DNMS Mikrofone liegt knapp unter 30 dB(A).

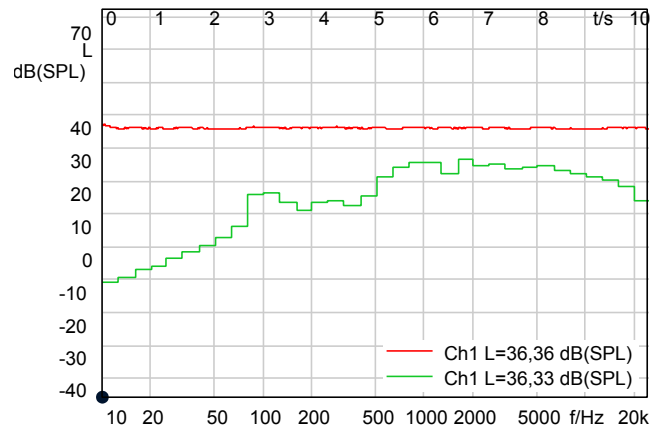
Auch bei den Spektren und Zeitsignalen zeigt sich eine gute bis sehr gute Übereinstimmung, ebenfalls mit Ausnahmen bei geringen Schalldruckpegeln unter 40 dB(A). Hier ist bei den unten dargestellten Auswertungen (siehe Anlage) eine Überhöhung im Bereich von etwa 100 Hz erkennbar, die bei höheren Pegeln verschwindet. Vermutet wird ein bei dieser Messung eingetragenes Netzbrummen, das bei späteren Messungen nicht mehr auftauchte.

Für den Einsatz in den selbstgebaute Lärmsensoren sind die Mikrofone gut geeignet, die Messgenauigkeit ist für übliche Umweltgeräusche sehr gut und das über einen großen Frequenz- und Dynamikbereich.

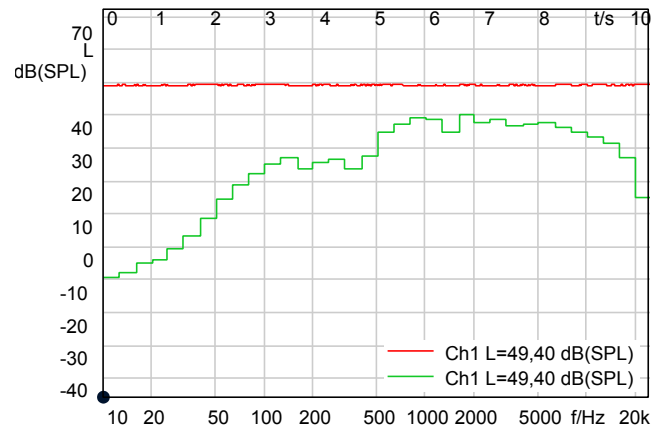
Noch ausstehend sind Langzeituntersuchungen, die zeigen ob die Messgenauigkeit Bestand hat, auch bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen und stärkeren Wettereinflüssen. An der beständigen Optimierung der Mikrofoneinheiten wird gearbeitet, ebenso an einem vereinfachten Selbstbau.

# Anlage: Spektren und Zeitsignale, Auswertung mit ArtemiS Suite, rot gerahmt die Messungen der XL 2

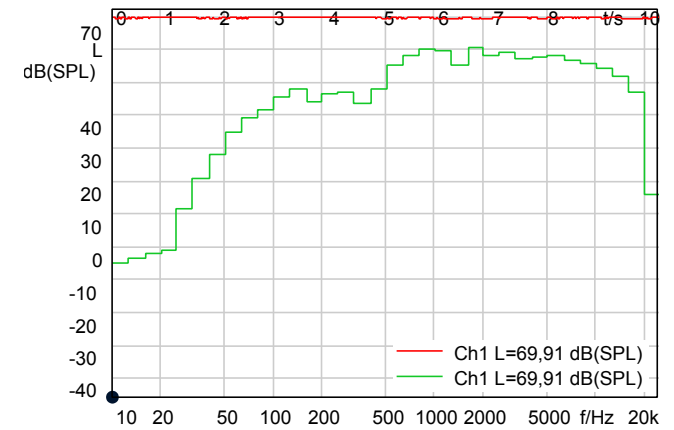
PN\_38,0dBA.Pegel über Zeit



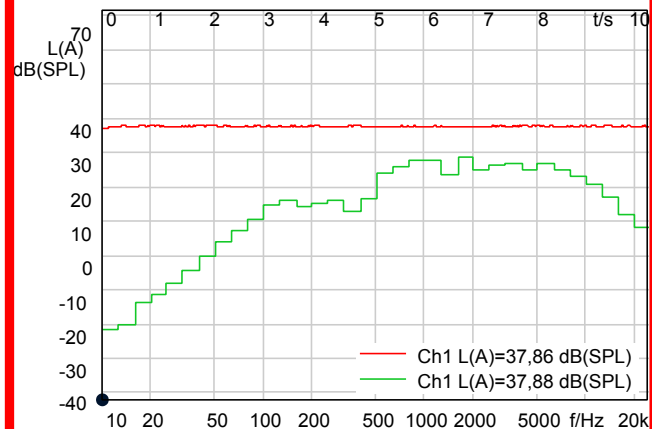
PN\_49,8dBA.Pegel über Zeit



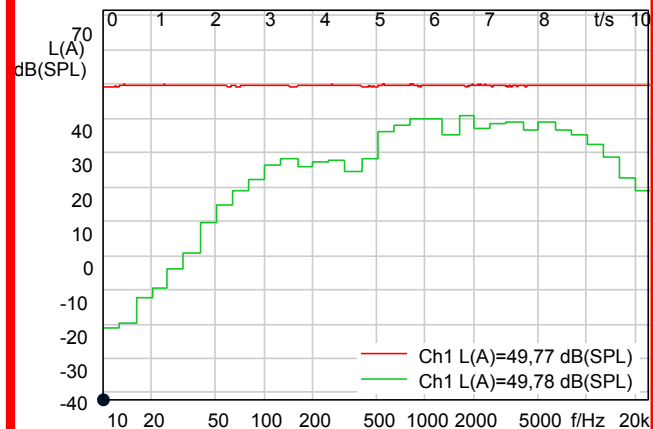
PN\_70,0dBA.Pegel über Zeit



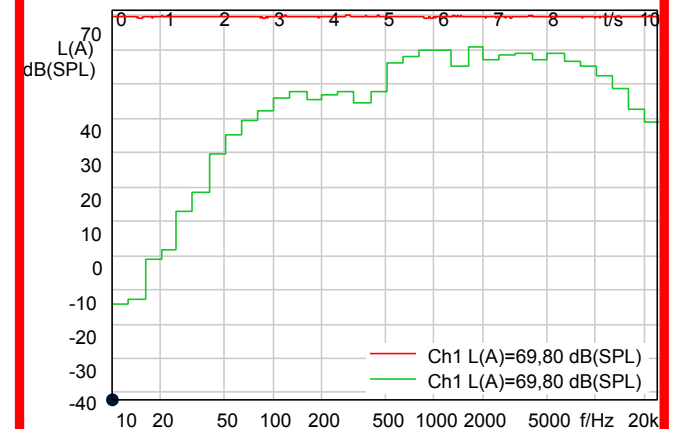
2021-04-22\_PN\_37,9.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit



2021-04-22\_PN\_49,8.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit

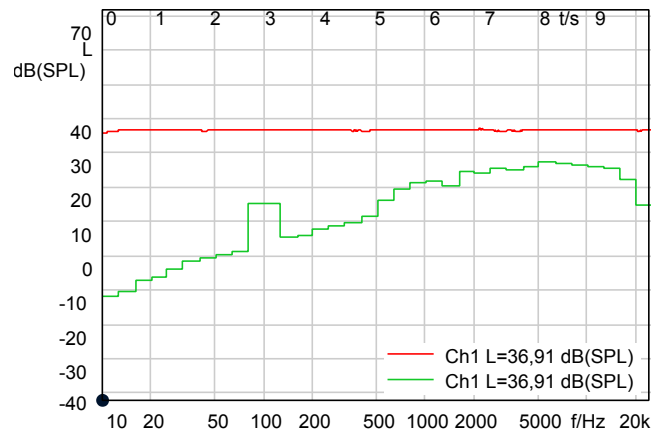


2021-04-22\_PN\_69,8.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit

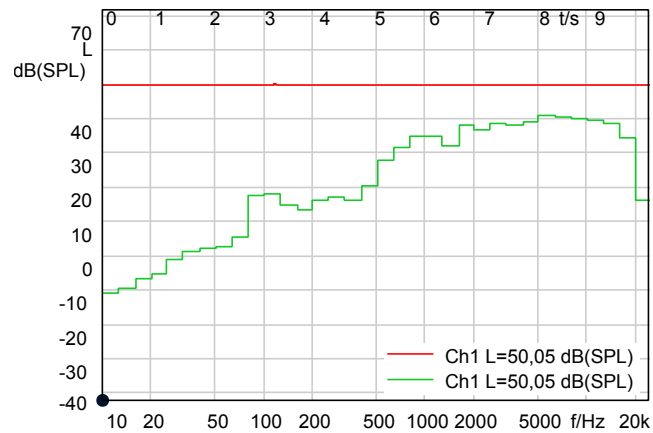


Anlage: Spektren und Zeitsignale, Auswertung mit ArtemiS Suite, rot gerahmt die Messungen der XL 2

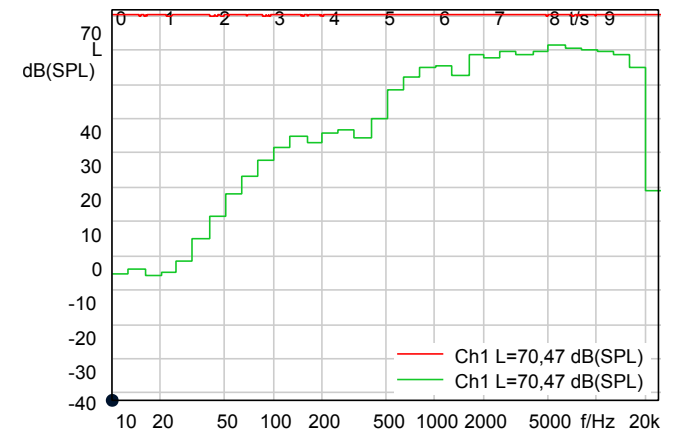
WN\_38,1dBA.Pegel über Zeit



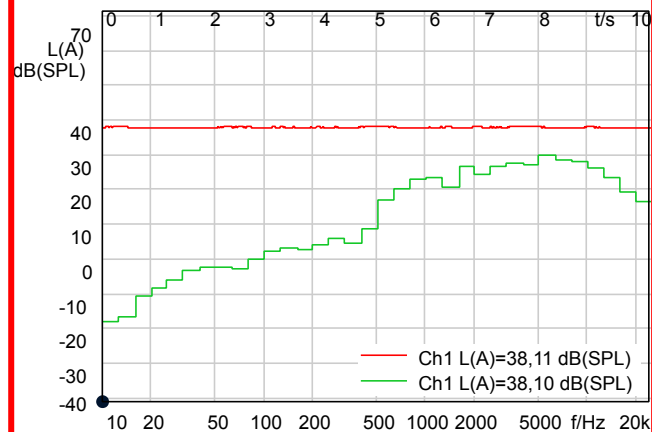
WN\_50,1dBA.Pegel über Zeit



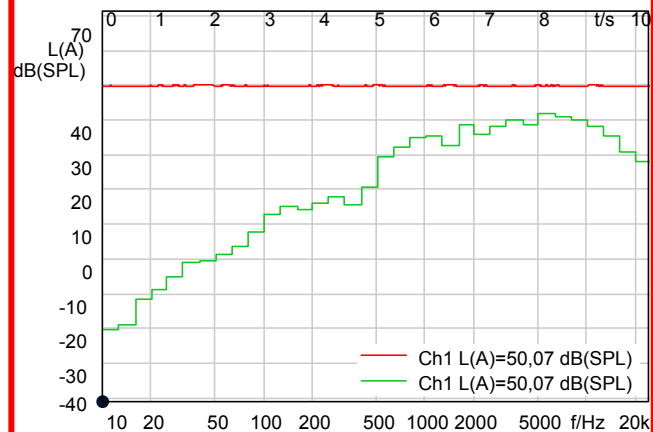
WN\_70,0dBA.Pegel über Zeit



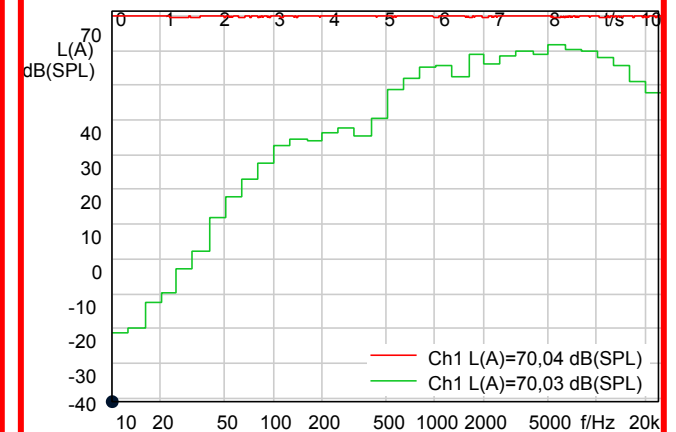
2021-04-22\_WN\_38,1.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit



2021-04-22\_WN\_50,1.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit



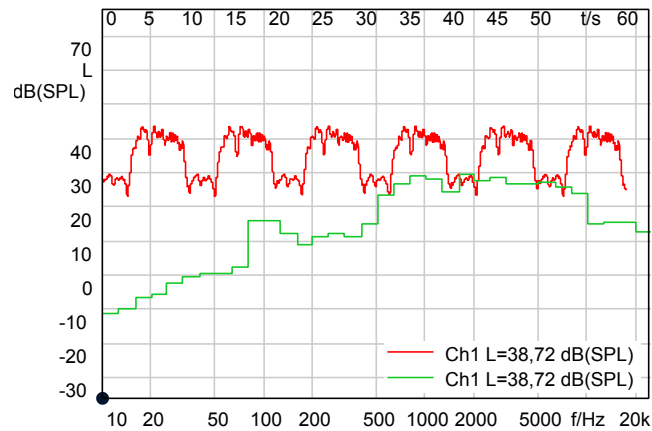
2021-04-22\_WN\_70.Frequenzbewertung.Pegel über Zeit



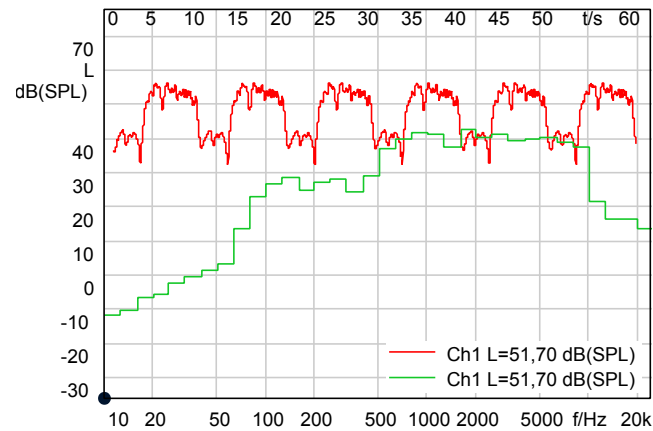


Anlage: Spektren und Zeitsignale, Auswertung mit ArtemiS Suite, rot gerahmt die Messungen der XL 2

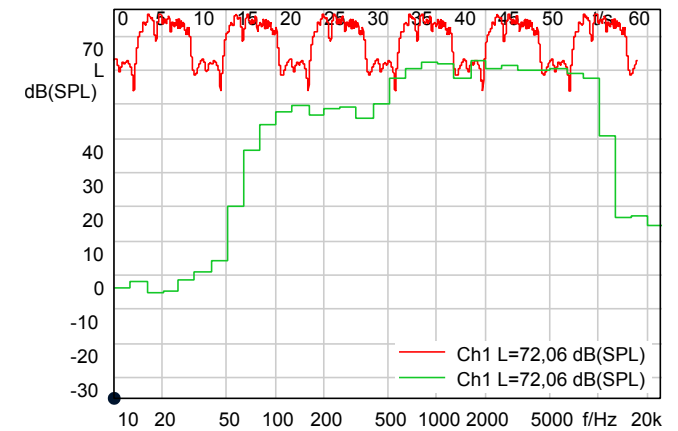
chirp\_38dBA.Pegel über Zeit



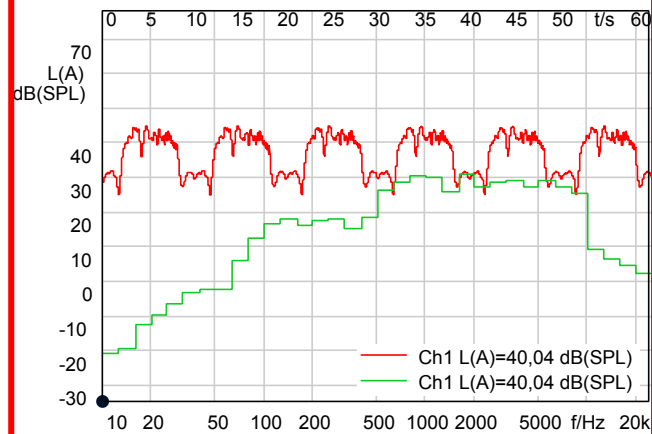
chirp\_50dBA.Pegel über Zeit



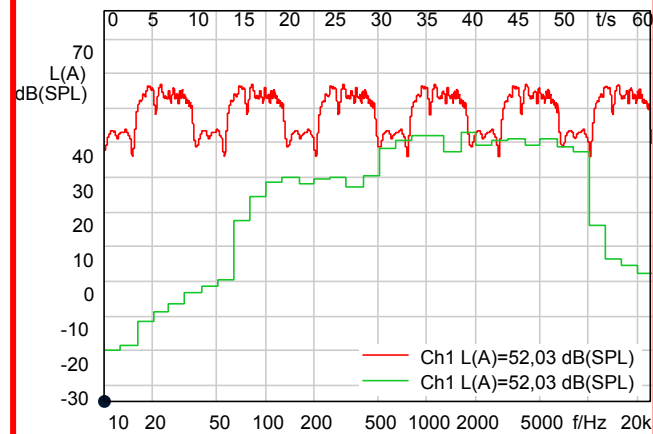
chirp\_70dBA.Pegel über Zeit



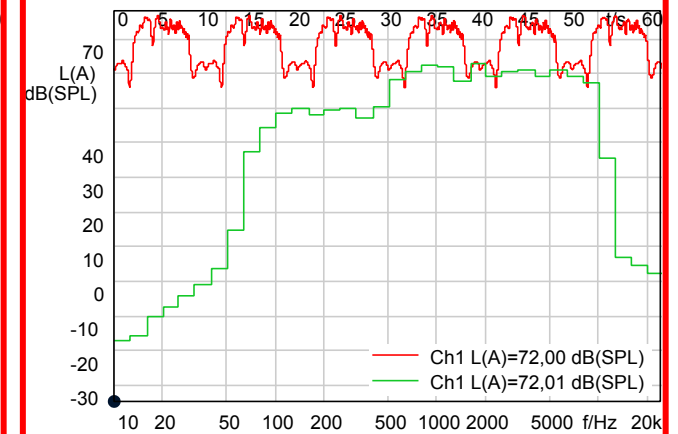
2021-04-22\_CHIRP\_38.Frequenzbewertung.Pegel über ...



2021-04-22\_CHIRP\_50.Frequenzbewertung.Pegel über ...

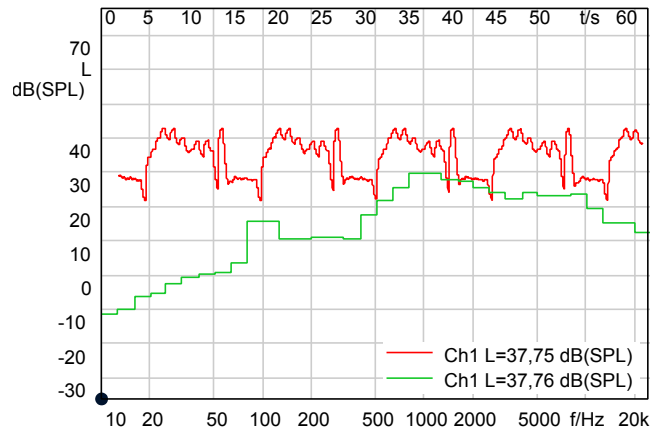


2021-04-22\_CHIRP\_70.Frequenzbewertung.Pegel über ...

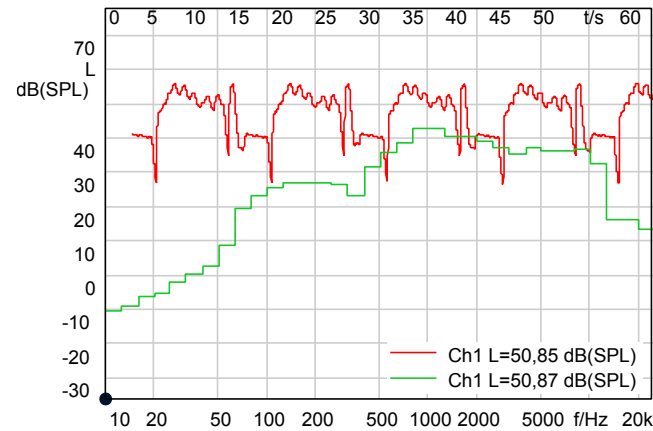


# Anlage: Spektren und Zeitsignale, Auswertung mit ArtemiS Suite, rot gerahmt die Messungen der XL 2

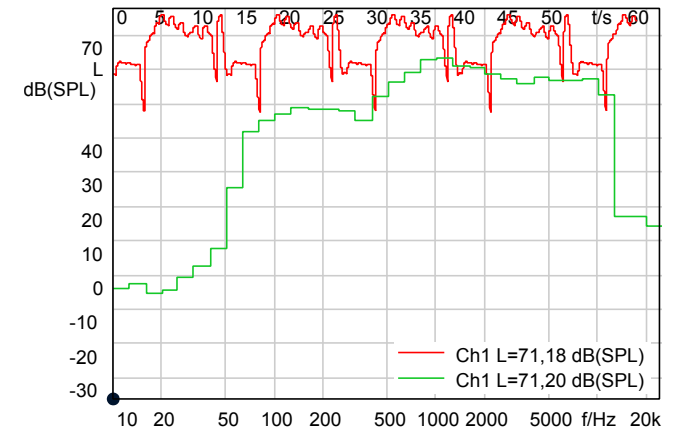
sweep\_38dBA.Pegel über Zeit



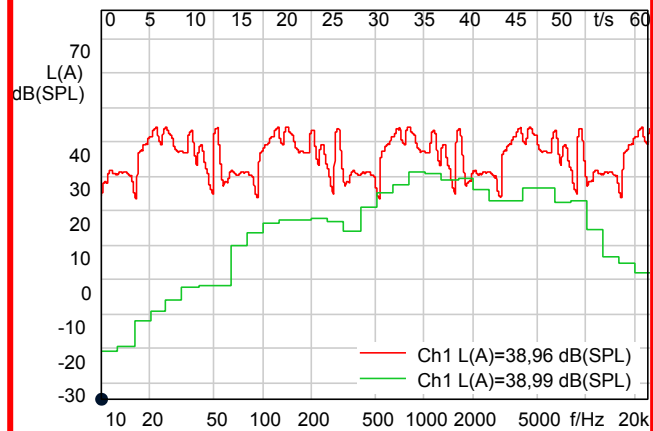
sweep\_50BA.Pegel über Zeit



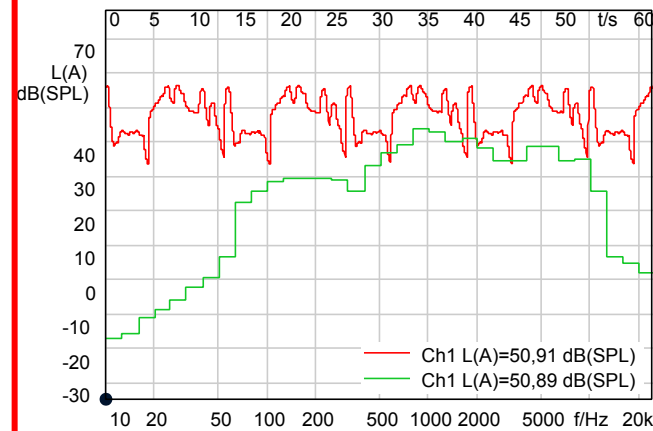
sweep\_70dBA.Pegel über Zeit



2021-04-22\_SWEEP\_38.Frequenzbewertung.Pegel über...



2021-04-22\_SWEEP\_50.Frequenzbewertung.Pegel über...



2021-04-22\_SWEEP\_70.Frequenzbewertung.Pegel über...

