

# Nachrichtentechniklabor

Wintersemester 2014

## Übung F: Messung des Störverhaltens in nachrichtentechnischen Systemen

Übungsdatum: 10.12.2014

Gruppe: 05

Protokollführer: Martin Winter

Laborteilnehmer:

1. Daniel Freßl 1230028
2. Thomas Neff 1230319
3. Thomas Pichler 1230320
4. Martin Winter 1130688

Laborleiter: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Gerhard Graber

Betreuer: Stud.Ass. Vincent Ederle

Wildon, am 15. Dezember 2014

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Simulation mit MATLAB</b>	<b>2</b>
1.1	Aliasing . . . . .	2
1.1.1	Aufgabenstellung . . . . .	2
1.1.2	Tabellen . . . . .	2
1.1.3	Formeln . . . . .	2
1.1.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	2
1.1.5	Diagramme . . . . .	2
1.1.6	Diskussion . . . . .	5
1.2	Quantisierungsfehler, Leistungsdichtespektrum . . . . .	6
1.2.1	Aufgabenstellung . . . . .	6
1.2.2	Tabellen . . . . .	6
1.2.3	Formeln . . . . .	6
1.2.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	6
1.2.5	Diagramme . . . . .	6
1.2.6	Diskussion . . . . .	15
1.3	Granularrauschen und Dither . . . . .	15
1.4	Geräteliste . . . . .	15
<b>2</b>	<b>Messungen mit Audio Precision (System Two Cascade)</b>	<b>16</b>
2.1	Messung des Quantisierungsrauschens . . . . .	16
2.1.1	Aufgabenstellung . . . . .	16
2.1.2	Messaufbau . . . . .	16
2.1.3	Formeln . . . . .	16
2.1.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	16
2.1.5	Diagramme . . . . .	16
2.1.6	Diskussion . . . . .	16
2.2	Messung mit Jitter . . . . .	16
2.2.1	Aufgabenstellung . . . . .	16
2.2.2	Messaufbau . . . . .	16
2.2.3	Formeln . . . . .	16
2.2.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	16
2.2.5	Diagramme . . . . .	16
2.2.6	Diskussion . . . . .	22
2.3	Klirrfaktor . . . . .	22
2.3.1	Aufgabenstellung . . . . .	22
2.3.2	Messaufbau . . . . .	22
2.3.3	Formeln . . . . .	22
2.3.4	Berechnungsbeispiele . . . . .	22
2.3.5	Diagramme . . . . .	22
2.3.6	Diskussion . . . . .	25
2.4	Geräteliste . . . . .	25

# 1 Simulation mit MATLAB

## 1.1 Aliasing

### 1.1.1 Aufgabenstellung

1. Wählen sie Frequenz und Abtastfrequenz so, dass eine Aliasingfrequenz von 440Hz auftritt. Überprüfen sie das Resultat graphisch und akustisch (Klavier).
2. Erzeugen Sie einen Frequenzsweep, bei dessen Abtastung Aliasing auftritt. Wählen Sie als Anfangsfrequenz eine Frequenz im Hörfrequenzbereich, und als Endfrequenz eine Frequenz um  $3 \cdot f_c$ .  
Überprüfen Sie das Resultat graphisch (sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich) und akustisch.
3. Wählen Sie die Datei “Flöte” aus. Durch Eingabe einer neuen Samplingfrequenz ( $44100/L$ , wobei  $L$  ganzzahlig sein muss), kann das eingelesene Audiosignal ohne Bandbegrenzung unterabgetastet werden. Schätzen Sie die Auswirkungen ab. Überprüfen sie akustisch die Auswirkungen des Downsamplings ohne Einhaltung des Abtasttheorems. Ab welcher Frequenz werden Aliasing Effekte hörbar? Wodurch ergibt sich diese Frequenz? Ab welcher Frequenz werden Aliasingeffekte hörbar? Wodurch ergibt sich diese Frequenz?

### 1.1.2 Tabellen

### 1.1.3 Formeln

### 1.1.4 Berechnungsbeispiele

### 1.1.5 Diagramme

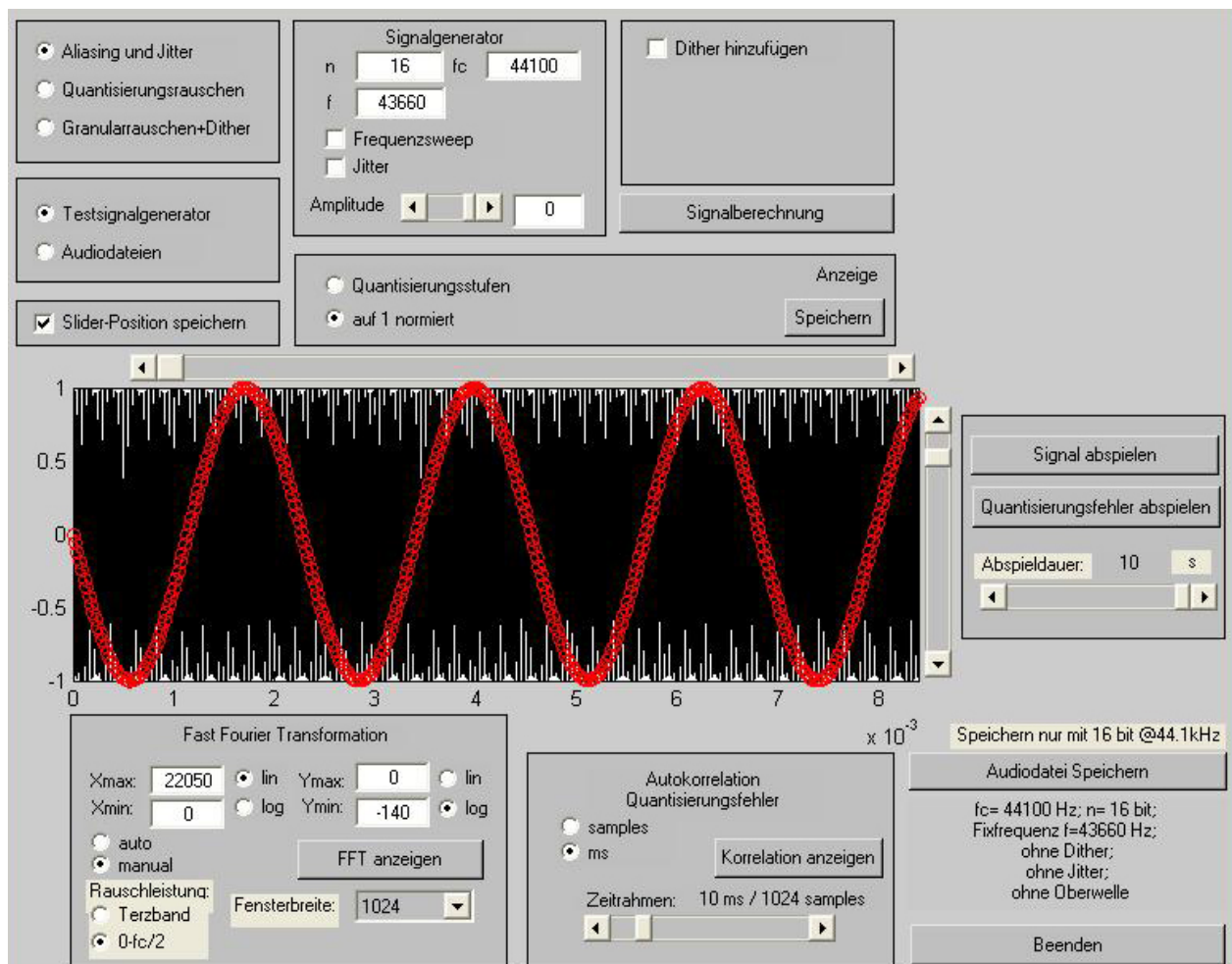


Abbildung 1: Test

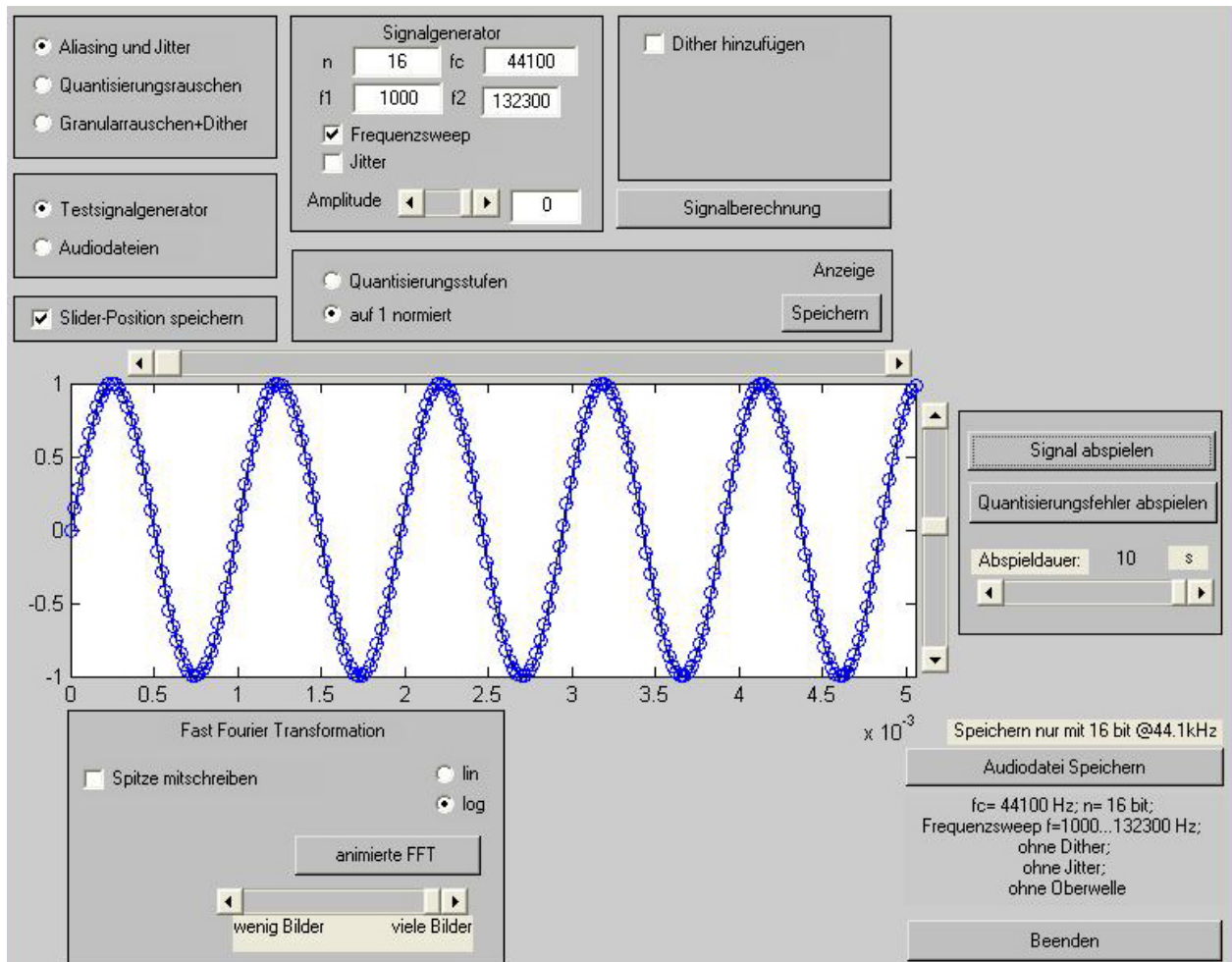


Abbildung 2: Test

### 1.1.6 Diskussion

## 1.2 Quantisierungsfehler, Leistungsdichtespektrum

### 1.2.1 Aufgabenstellung

1. Wie sieht der Quantisierungsfehler bei Vollaussteuerung und 8 bit Wortbreite aus? In welchem Bereich liegt die Amplitude des Quantisierungsfehlers? Sind die Voraussetzungen für  $SNR = 6.02 \cdot k$  erfüllt? Welche Charakteristik hat das Fehlersignal? Verwenden Sie das Simulationsprogramm zum Anzeigen des Quantisierungsfehlers in auf 1 normierten Spannungswerten und Quantisierungsstufen.
2. Berechnen Sie den erwarteten Signal-Rauschabstand (SNR) und die Quantisierungsrauschleistungsdichte für die gewählte Auflösung. Welchen Einfluss hat die FFT-Fensterbreite auf das Amplitudenspektrum bzw. die Leistungsdichteverteilung des Quantisierungsrauschens? Überprüfen Sie den berechneten SNR und Quantisierungsrauschleistungsdichteverteilung bei verschiedenen FFT-Fensterbreiten mit dem Simulationsprogramm.
3. Berechnen Sie die Rauschleistung in einem Terzband und überprüfen Sie das Ergebnis mit dem Simulationsprogramm (empfohlene Wahl:  $f_c = 48kHz$ ,  $f_{Signal} = 890.625Hz$ ).

### 1.2.2 Tabellen

### 1.2.3 Formeln

### 1.2.4 Berechnungsbeispiele

### 1.2.5 Diagramme

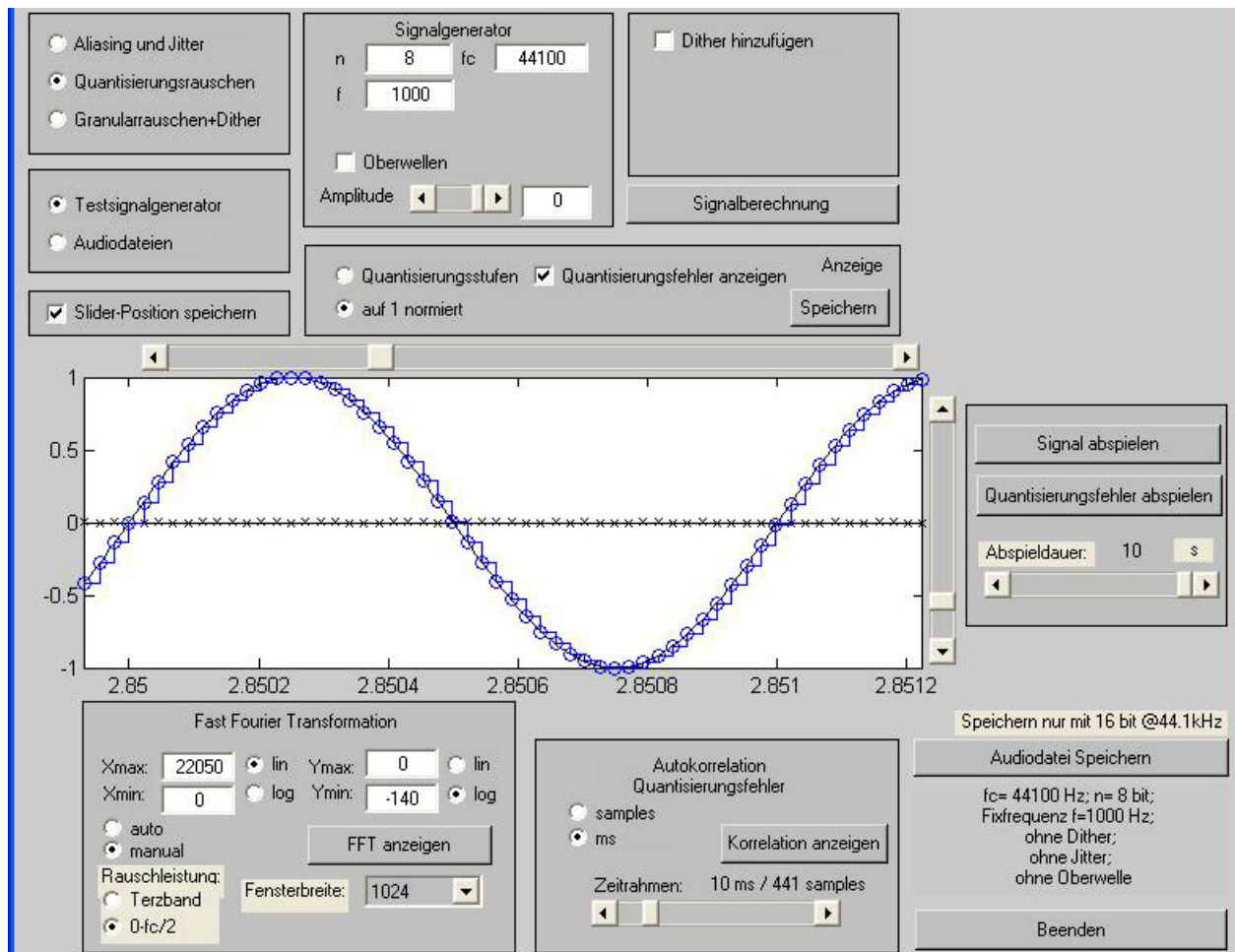


Abbildung 3: Test



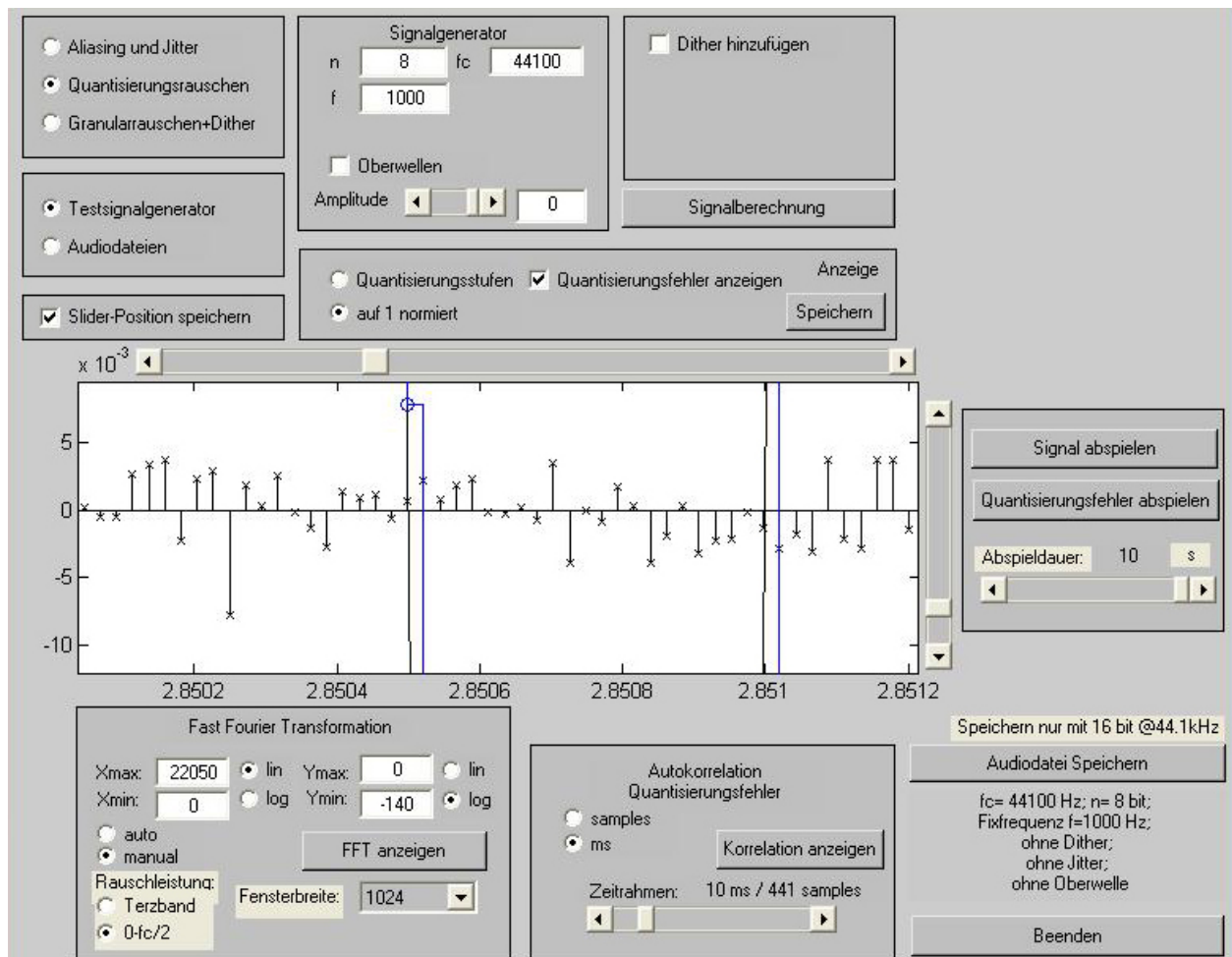


Abbildung 4: Test

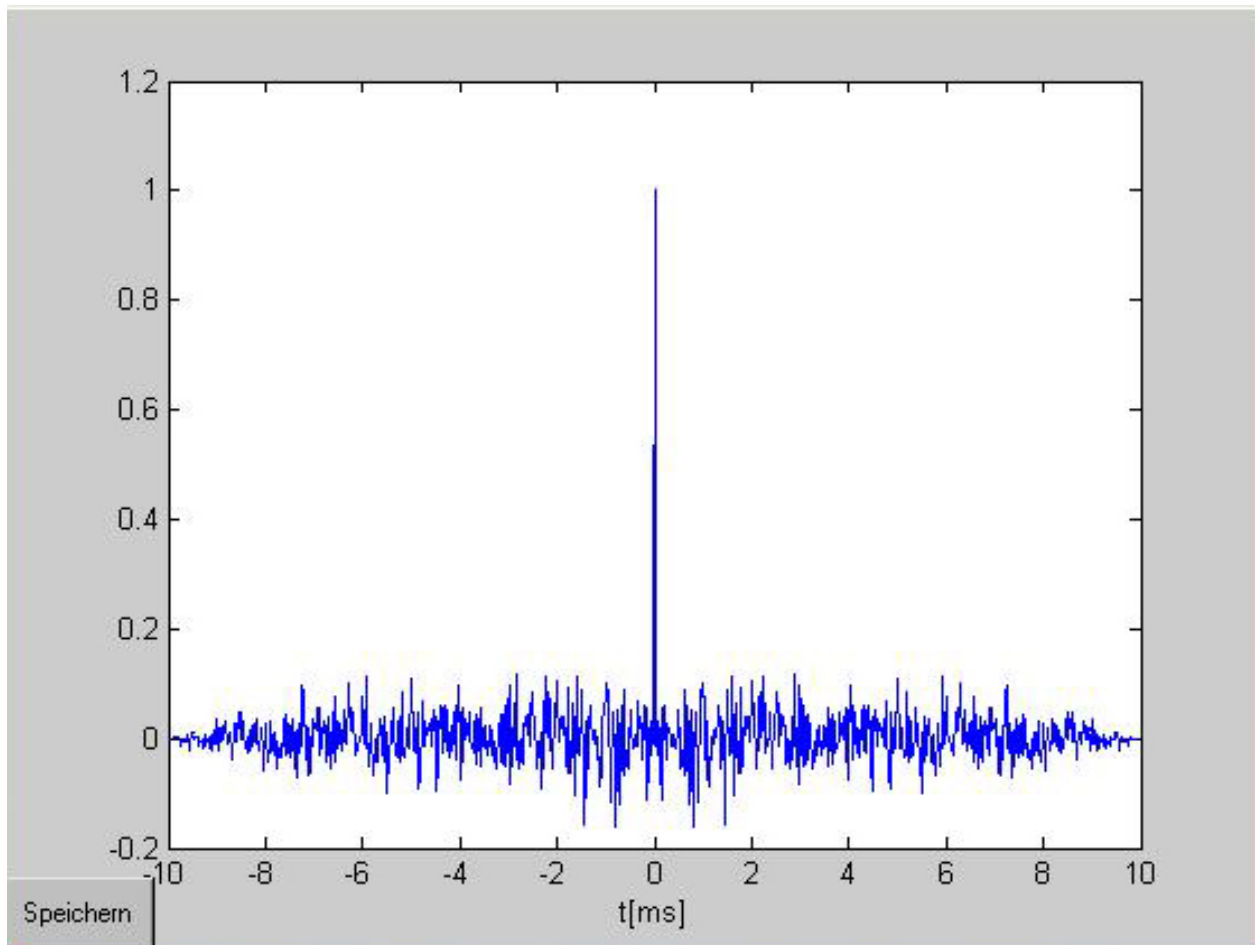


Abbildung 5: Test

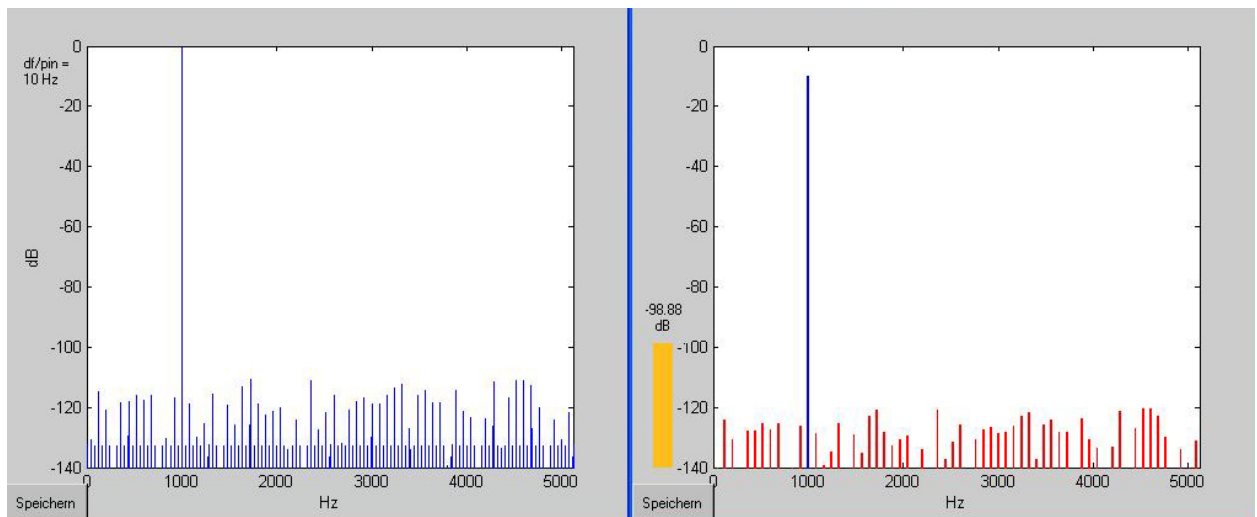


Abbildung 6: Test

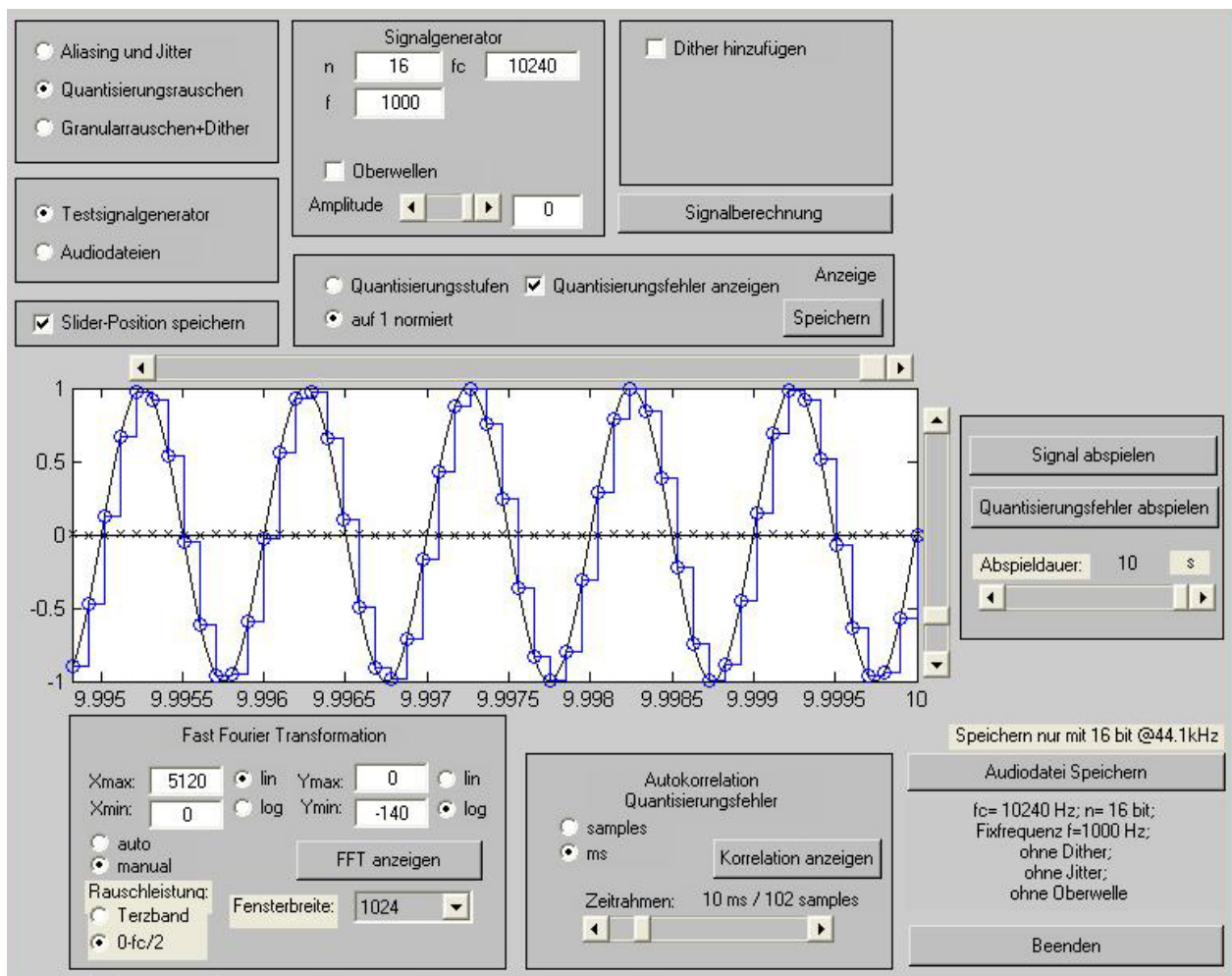


Abbildung 7: Test

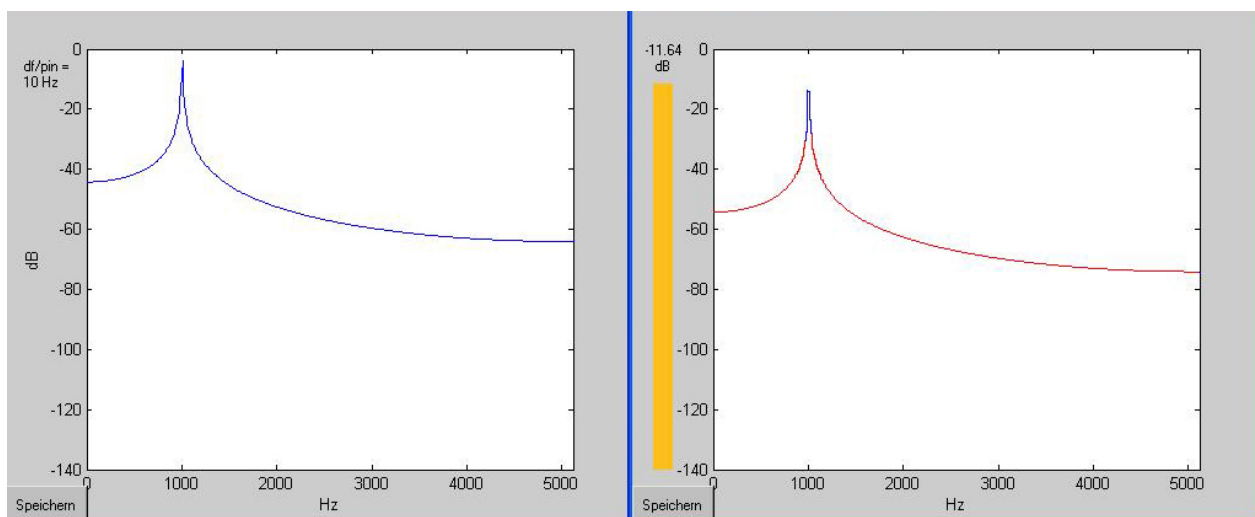


Abbildung 8: Test

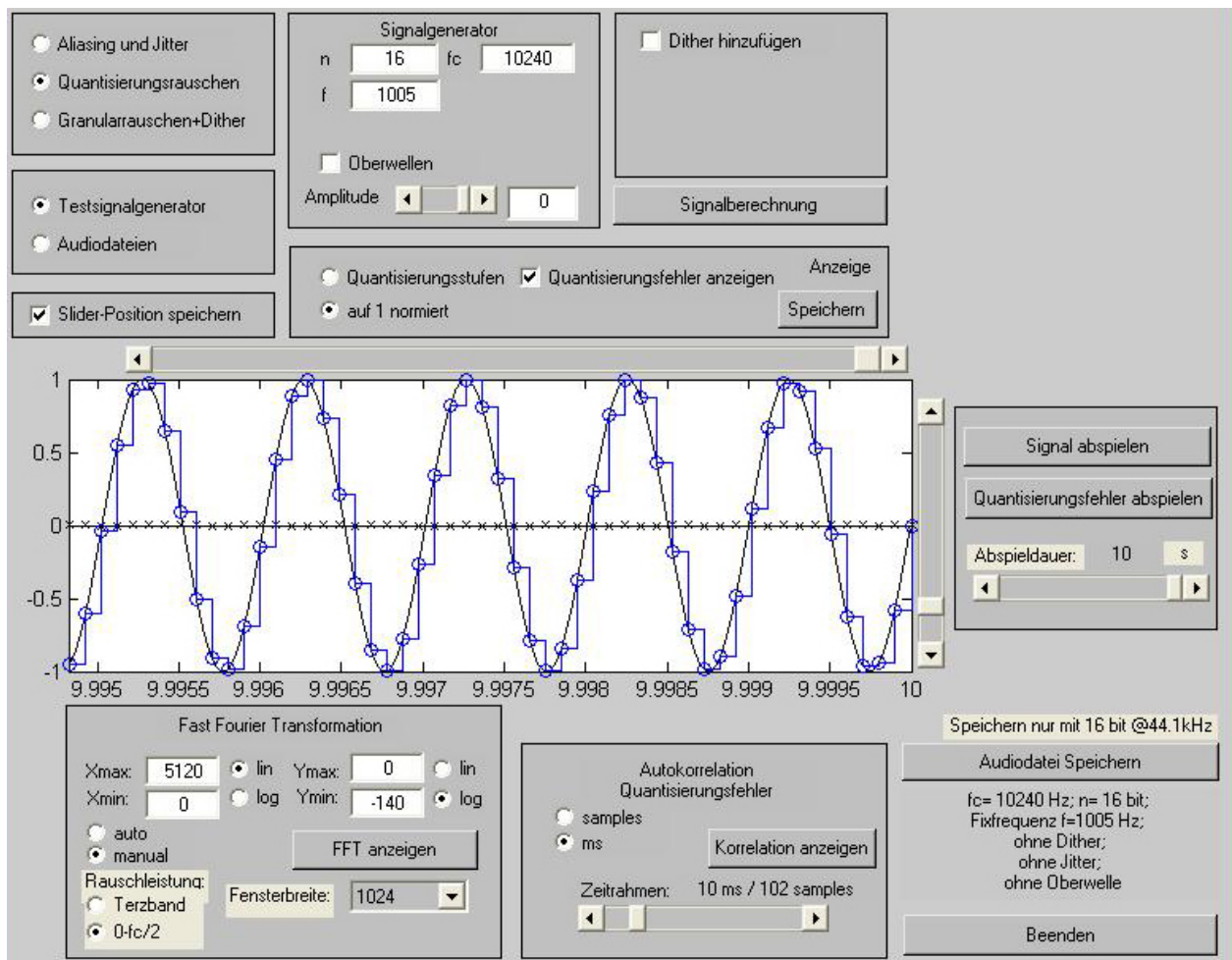


Abbildung 9: Test

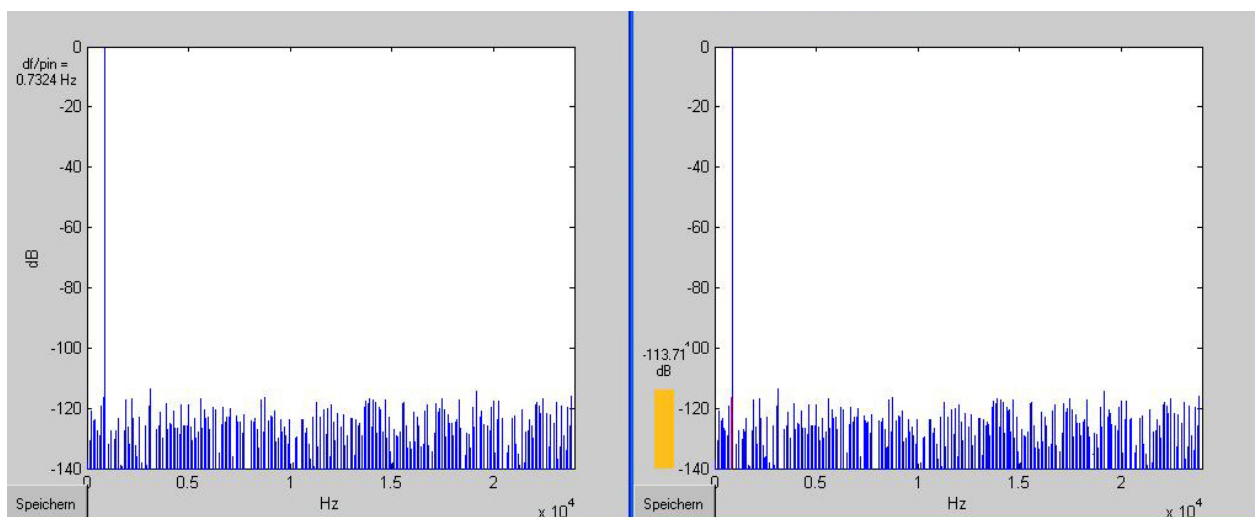


Abbildung 10: Test

#### **1.2.6 Diskussion**

### **1.3 Granularrauschen und Dither**

Diese Unterübung wurde aus Zeitgründen nur mündlich mit dem Laborbetreuer erarbeitet.

### **1.4 Geräteliste**

## **2 Messungen mit Audio Precision (System Two Cascade)**

### **2.1 Messung des Quantisierungsrauschens**

#### **2.1.1 Aufgabenstellung**

Messung des Quantisierungsrauschens (SNR) am Mischpult D/A Umsetzer (Line Ausgang des Lawo *mc<sup>2</sup>66*) mit 14 – 20Bit Auflösung, Schrittweite 1 Bit. Vergleichen Sie mit den erwarteten Werten. Was kann aus den Messergebnissen gefolgert werden?

#### **2.1.2 Messaufbau**

#### **2.1.3 Formeln**

#### **2.1.4 Berechnungsbeispiele**

#### **2.1.5 Diagramme**

#### **2.1.6 Diskussion**

### **2.2 Messung mit Jitter**

#### **2.2.1 Aufgabenstellung**

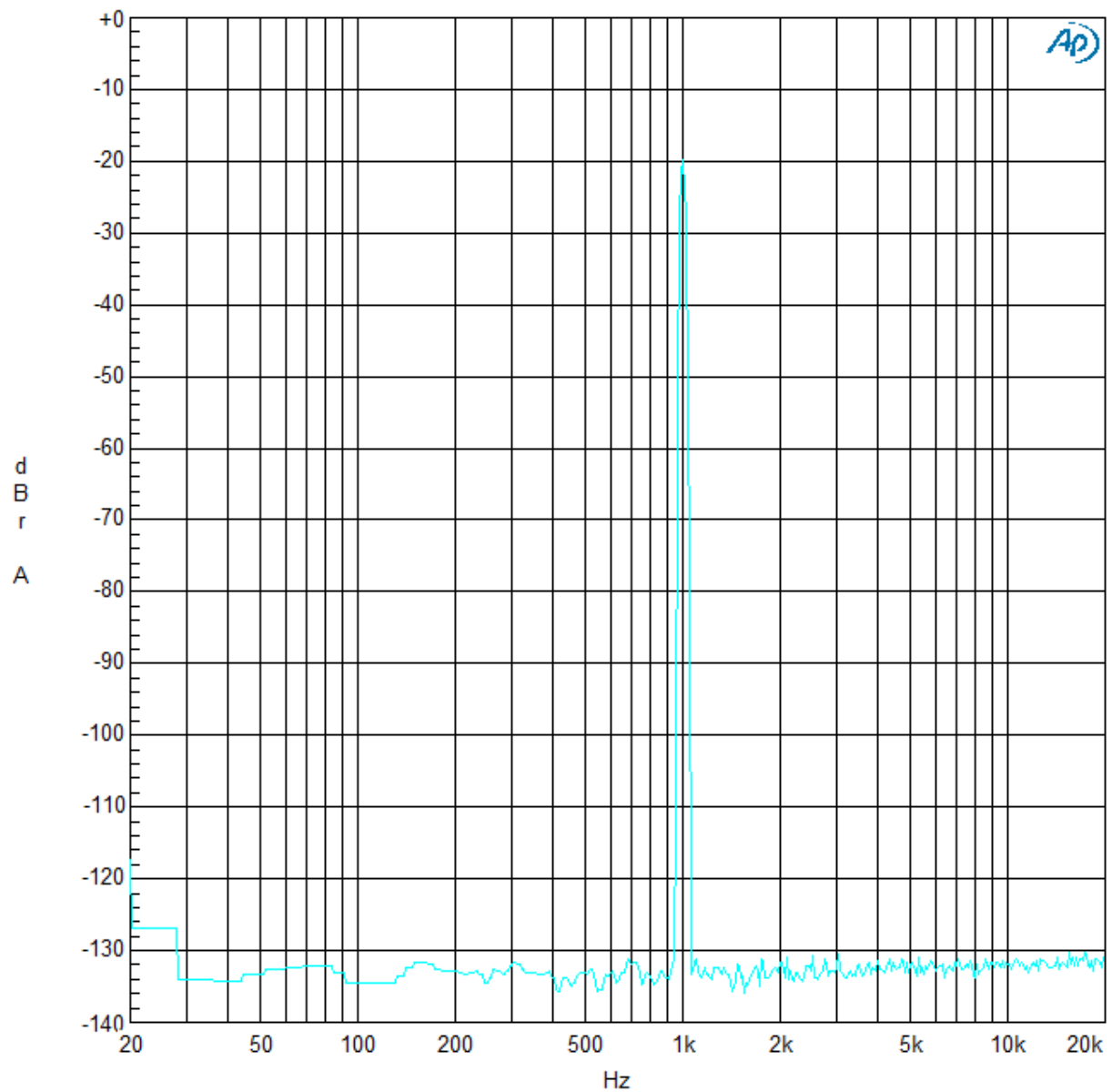
1. Messung der FFT-Spektren verjitterter Signale. Untersuchung für verschiedene Jitterfrequenzen und verschiedene Signalfrequenzen.
2. Vergrößerung der Jitteramplitude, bis die Übertragung zusammenbricht.
3. Aufzeichnung der THD+N - Kennlinie bei Vergrößerung der Jitteramplitude bei den Jitterfrequenzen 500Hz, 5kHz und 10kHz.

#### **2.2.2 Messaufbau**

#### **2.2.3 Formeln**

#### **2.2.4 Berechnungsbeispiele**

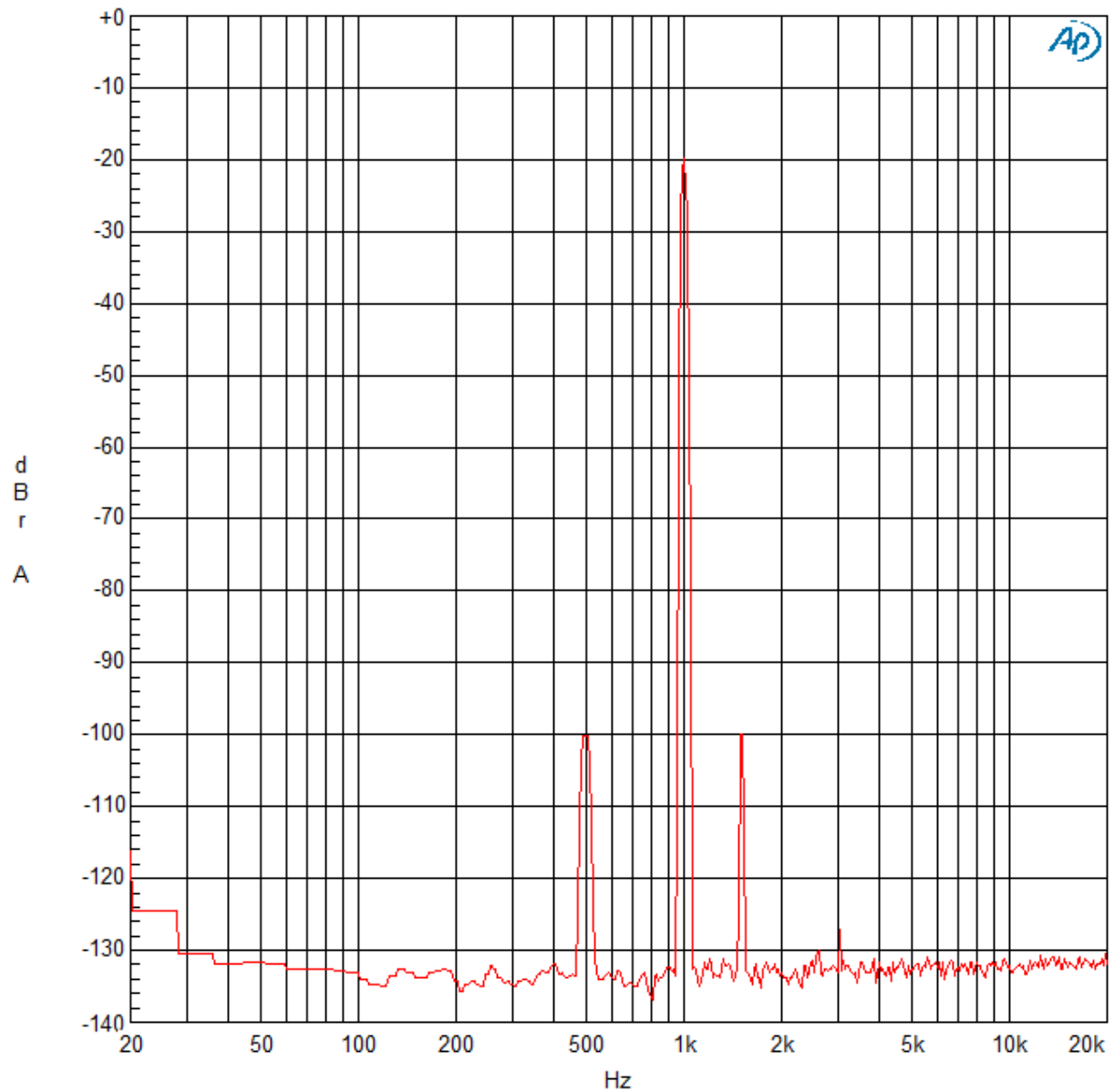
#### **2.2.5 Diagramme**



Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
1	1	Cyan	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left	off

2\_ab\_Jitter.at2c

Abbildung 11: Test

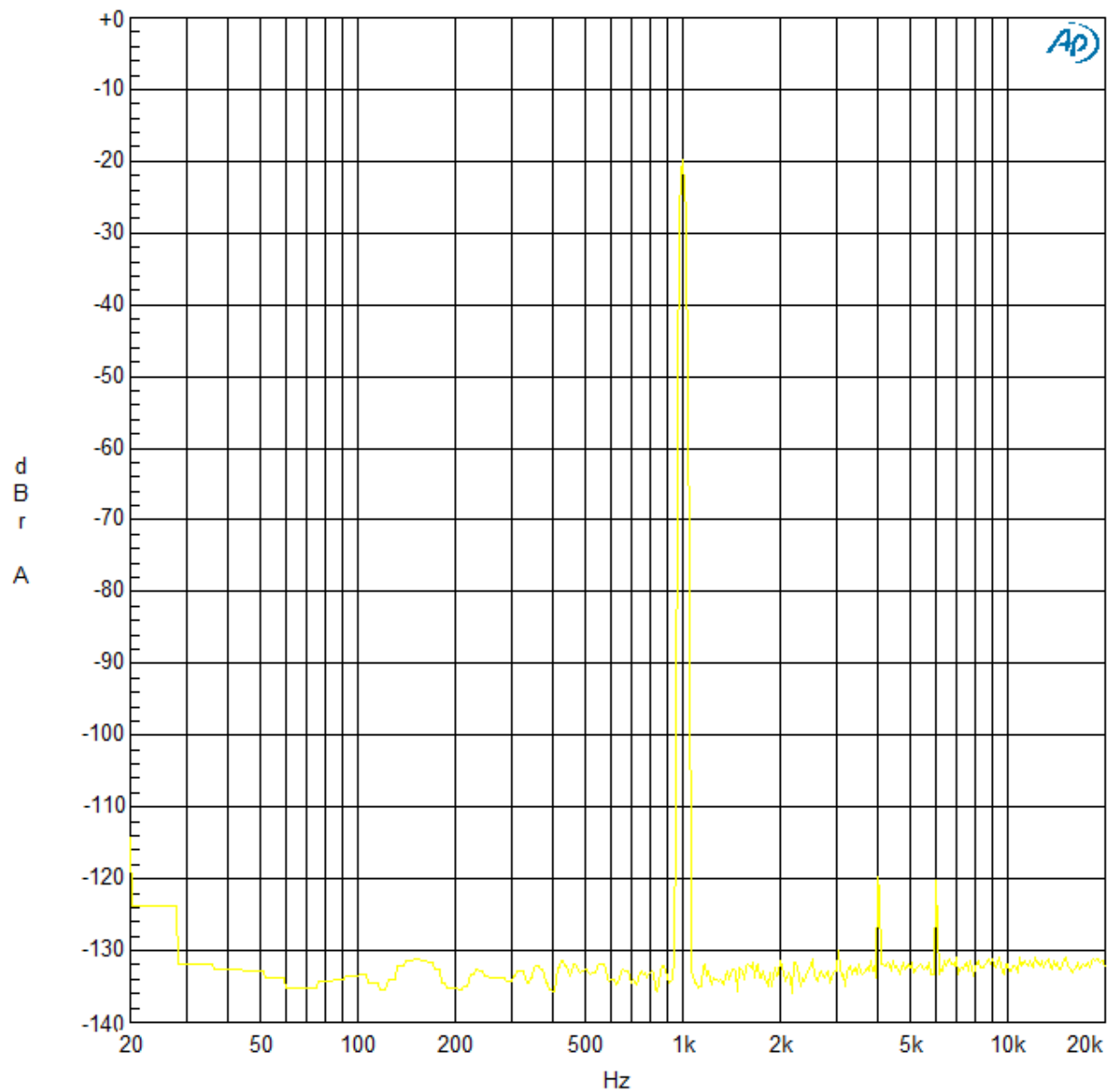


Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
10	1	Red	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left	sin 500Hz 1kHz

2\_ab\_Jitter.at2c

Abbildung 12: Test

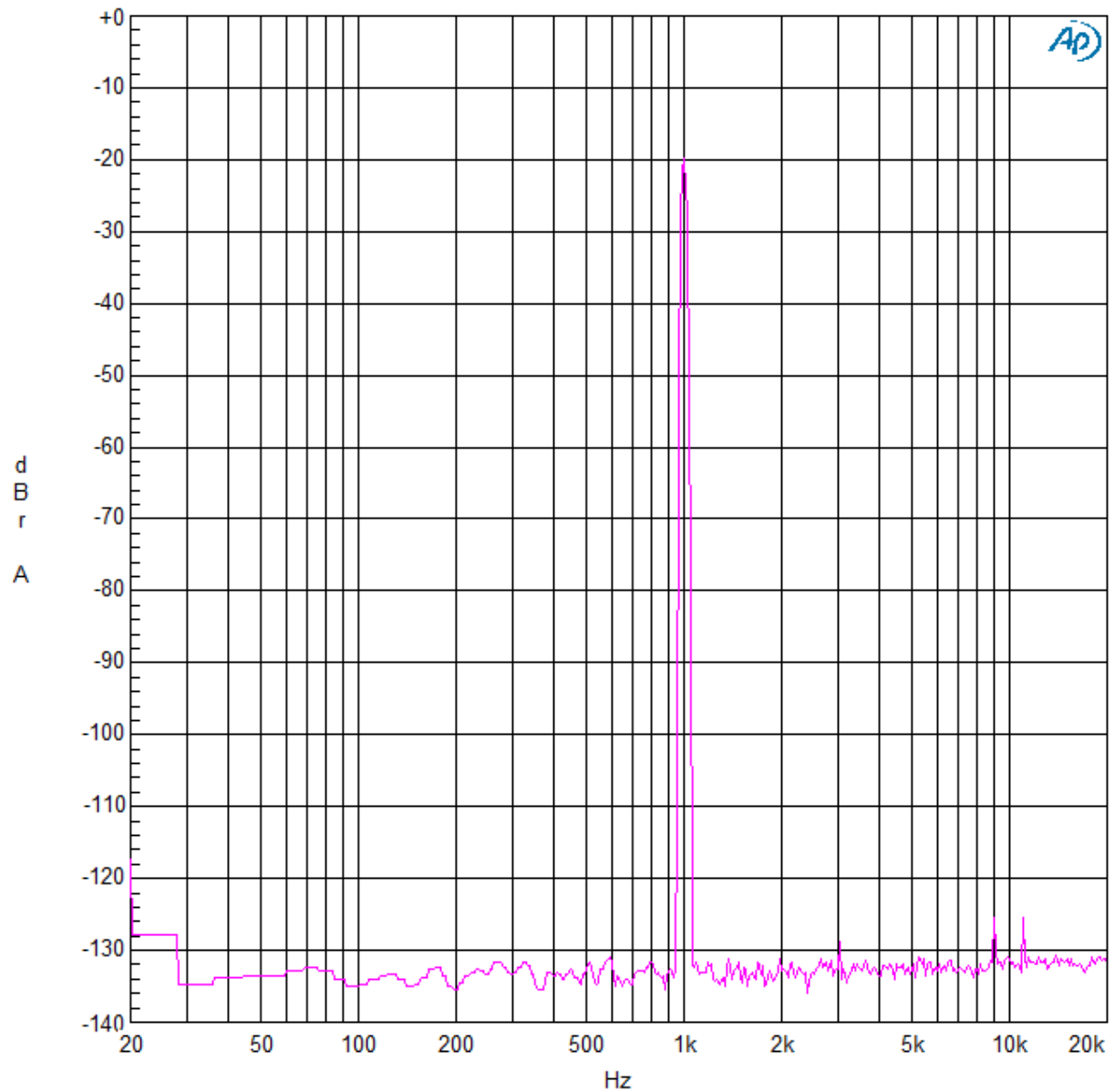




Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
9	1	Yellow	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left	sin 5kHz 1kHz

2\_ab\_Jitter.at2c

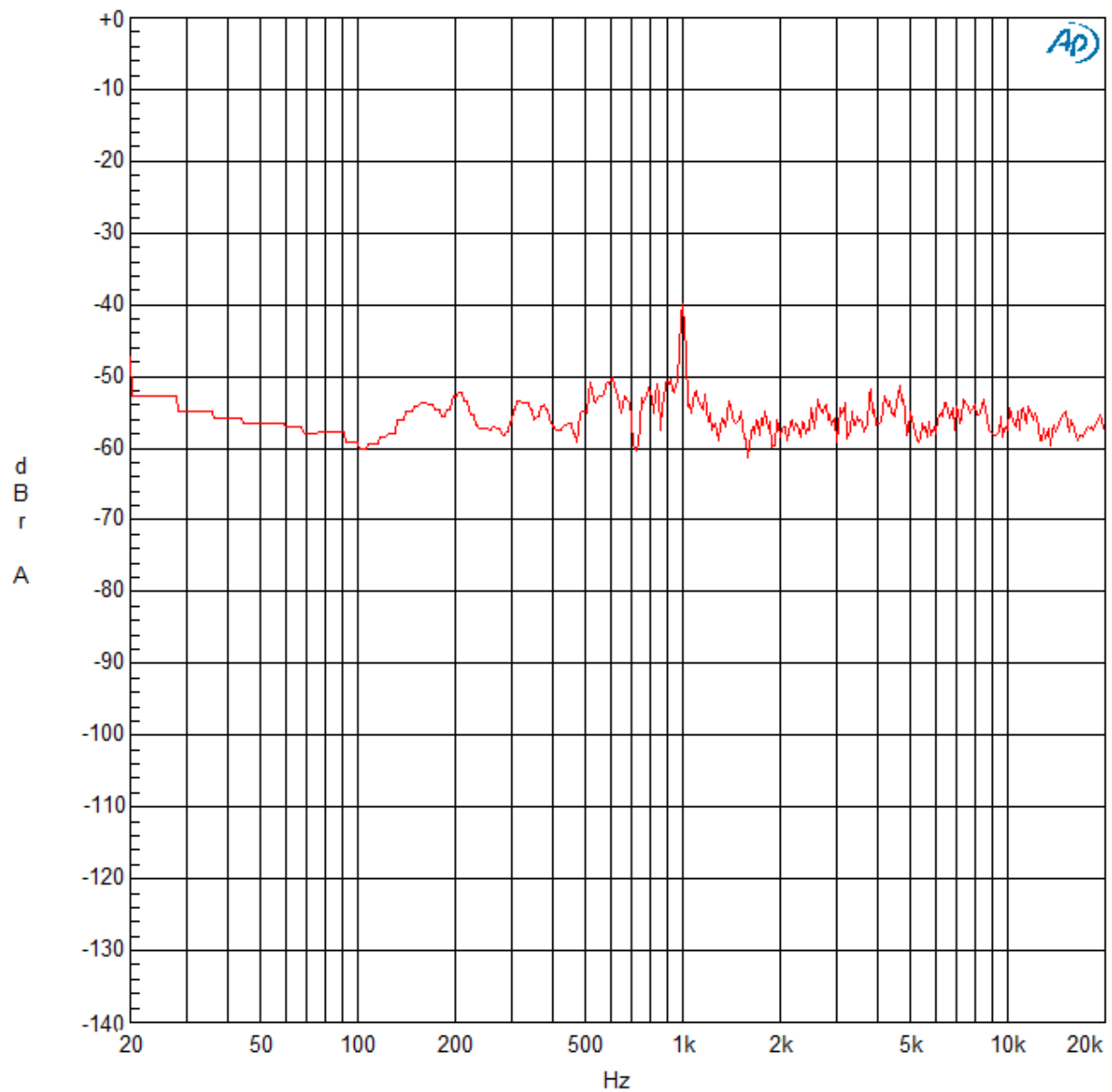
Abbildung 13: Test



Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
11	1	Magenta	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left	sin 10kHz 1kHz

2\_ab\_Jitter.at2c

Abbildung 14: Test



Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
4	1	Red	Solid	1	Fft.Ch.1 Ampl	Left	rand 50Hz 1kHz

2\_ab\_Jitter.at2c

Abbildung 15: Test

### **2.2.6 Diskussion**

## **2.3 Klirrfaktor**

### **2.3.1 Aufgabenstellung**

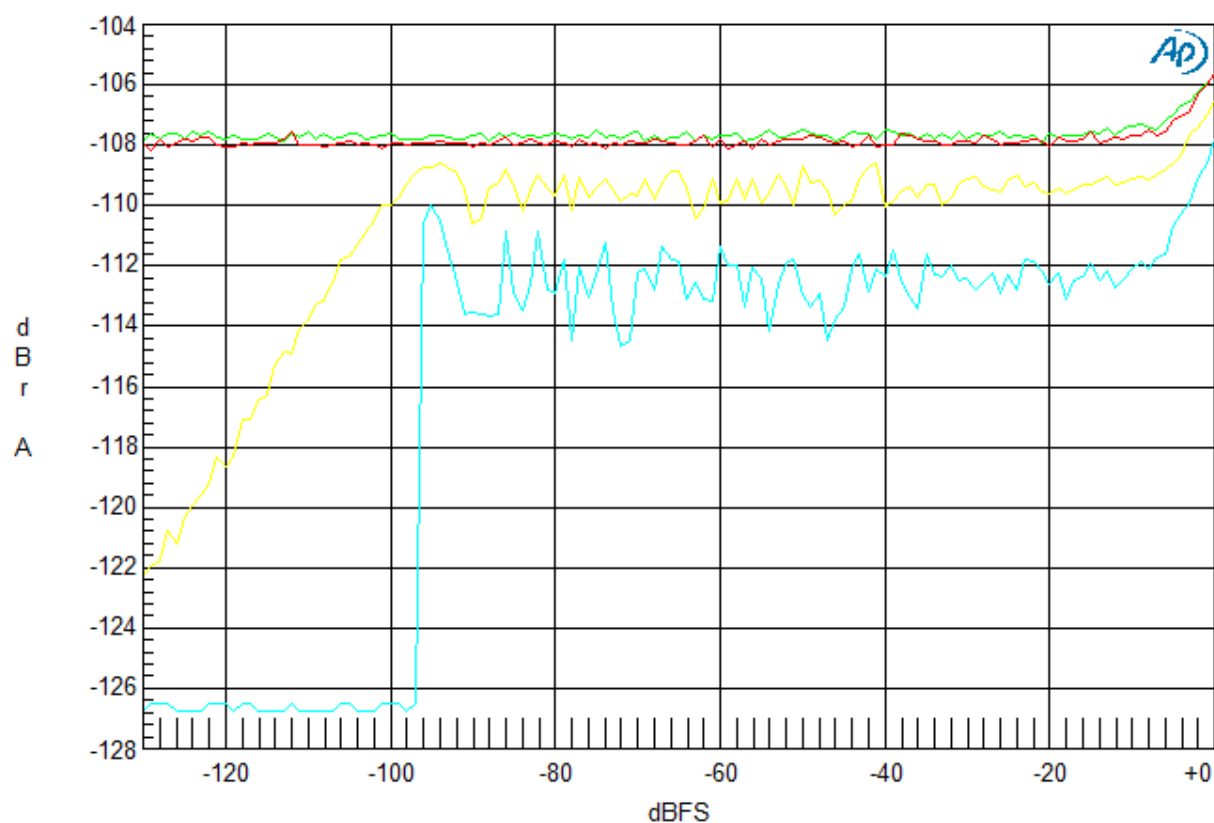
1. Messen einer THD+N-Kennlinie über den Dynamikbereich mit und ohne Dither
2. Messen einer THD+N-Kennlinie über der Frequenz mit und ohne Dither

### **2.3.2 Messaufbau**

### **2.3.3 Formeln**

### **2.3.4 Berechnungsbeispiele**

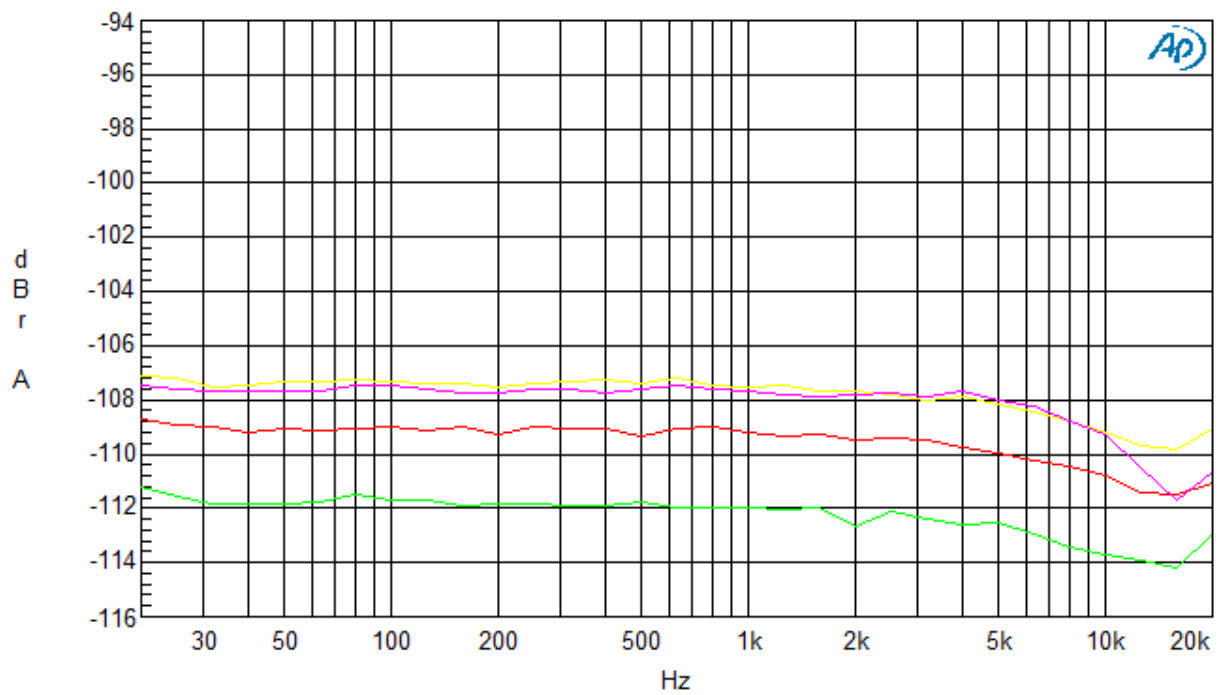
### **2.3.5 Diagramme**



Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
1	1	Cyan	Solid	1	Anlr.THd+N Ampl	Left	dither off
2	1	Green	Solid	1	Anlr.THd+N Ampl	Left	dither triangle
3	1	Yellow	Solid	1	Anlr.THd+N Ampl	Left	dither rectangle
4	1	Red	Solid	1	Anlr.THd+N Ampl	Left	dither shaped

3\_a\_Klirr.at2c

Abbildung 16: Test



Sweep	Trace	Color	Line Style	Thick	Data	Axis	Comment
2	1	Green	Solid	1	Anlr.THD+N Ampl	Left	dither off
3	1	Yellow	Solid	1	Anlr.THD+N Ampl	Left	dither triangle
4	1	Red	Solid	1	Anlr.THD+N Ampl	Left	dither rectangle
5	1	Magenta	Solid	1	Anlr.THD+N Ampl	Left	dither shaped

3\_b\_Klirr.at2c

Abbildung 17: Test

### **2.3.6 Diskussion**

## **2.4 Geräteliste**