

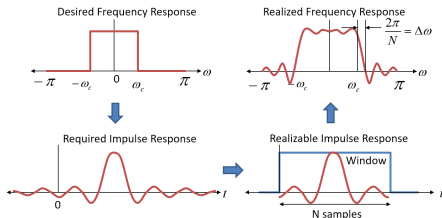
# Fourier Transformation anhand WAV-Audio Dateien

Len-Marvin Adler

Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

6. August 2024

## Rectangular Window



## Inhaltsverzeichnis

Begriffe der  
Digitalen Signal-  
verarbeitung

WAV Datei

Fourier  
Transformation

Schaltplan

Code

Interessantes

Fazit

- 1 Begriffe der Digitalen Signalverarbeitung
- 2 WAV Datei
- 3 Fourier Transformation
  - Schaltplan
  - Code
- 4 Interessantes
- 5 Fazit

# Begriffe der Digitalen Signalverarbeitung

## Inhaltsverzeichnis

### Begriffe der Digitalen Signal- verarbeitung

### WAV Datei

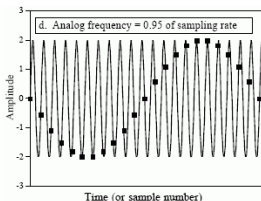
### Fourier Transformation

### Schaltplan Code

### Interessantes

### Fazit

- ▶ Signale sind immer diskret
- ▶ Nyquist-Shannon-Abtasttheorem<sup>1</sup>:  $f_{abtast} > 2 \cdot \hat{f}_{signal}$   
sonst tritt Alias-Effekt auf



- ▶ Nyquist-Frequenz  $f_{Nyquist} := \frac{1}{2} f_{abtast}$   
 $\Rightarrow$  also  $\hat{f}_{signal} < f_{Nyquist}$

<sup>1</sup>Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's guide to Digital Signal Processing*. Available at [www.dspguide.com](http://www.dspguide.com). California Technical Publishing, 1997.  
Kap. 3. ISBN: 0966017633

# WAV Datei

- ▶ basiert auf RIFF Dateiformat von Microsoft
- ▶ besteht aus den 3 Subchunks<sup>2</sup>
  - 'RIFF': enthält die Information, dass es sich um eine RIFF WAVE Datei handelt
  - 'fmt ': enthält Informationen über die Daten, wie z.B SampleRate, BitsPerSample
  - 'data': enthält Datenwerte

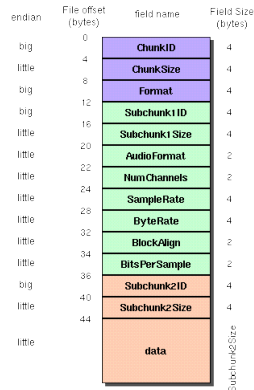


Abbildung: WAV-Header<sup>2</sup>

<sup>2</sup>Craig Stuart Sapp (craig@ccrma.stanford.edu). *Wave PCM soundfile format*. URL: <http://soundfile.sapp.org/doc/WaveFormat/>

# WAV Datei

## Inhaltsverzeichnis

Begriffe der  
Digitalen Signal-  
verarbeitung

## WAV Datei

Fourier  
Transformation

Schaltplan  
Code

Interessantes

Fazit

52 49 46 46 CC BA 06 00 57 41 56 45 66 6D 74 20	RIFF10..WAVEfmt
10 00 00 00 01 00 01 00 44 AC 00 00 88 58 01 00	.....D-...X
02 00 10 00 64 61 74 61 A8 BA 06 00 00 00 9B 57	....data0....W
7F 19 D0 AF 29 CF F9 41 0A 44 D3 D1 86 AE 76 16	..D")IuA.DON.@v.
02 58 28 03 E8 A8 7F E3 CC 4E 6F 33 2B C0 FD B9	.X(.è".āIñ03+Ay1
74 2B A9 52 9A EC B2 A7 B3 F9 77 56 78 1F B0 B2	t+CR.ì²§³üwVx.º²
08 CA 9B 3D E7 47 52 D7 43 AC 4F 10 7B 58 72 09	.É.=cGRxC-0.{Xr.
45 AA 9A DD B9 4B 6F 38 B3 C4 4F B6 DA 25 B6 54	Eª.Y¹Ko8³A0¶U%¶T

Abbildung: Ausschnitt einer WAV Datei mit markierten Subchunks, dargestellt in einem Hex-Editor

- ▶ Abtastrate ist oft 44.1 kHz <sup>3</sup>,  
Menschen hören Töne im Bereich 20 Hz – 20 kHz <sup>4</sup>
- ▶ Analoges Signal wird durch lineare Pulse Code Modulation (PCM) in ein digitales Signal umgewandelt (verlustfrei)

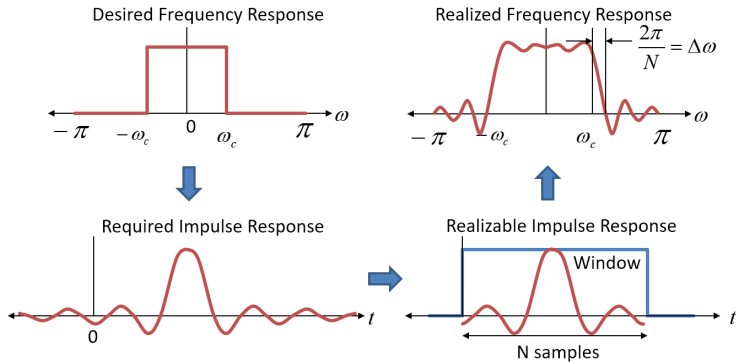
<sup>3</sup>44,100 Hz. Juli 2024. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/44,100\\_Hz](https://en.wikipedia.org/wiki/44,100_Hz)

<sup>4</sup>Hörbahn - so hören wir. URL: <https://www.hno-aerzte-im-netz.de/unser-sinne/hoeren/hoerbahn-hoerfrequenz.html>

# Fourier Transformation

Schaltplan

## Rectangular Window



Schaltplan Spannungsreinigung

# Fourier Transformation

Code

Inhaltsverzeichnis

Begriffe der  
Digitalen Signal-  
verarbeitung

WAV Datei

Fourier  
Transformation

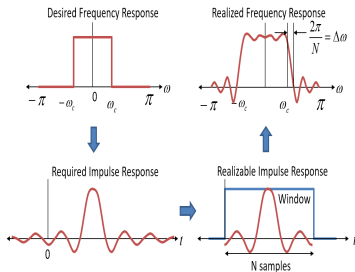
Schaltplan

Code

Interessantes

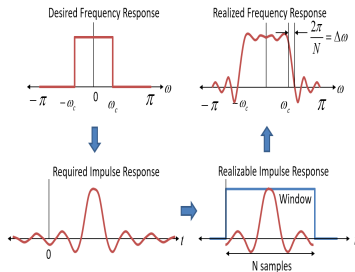
Fazit

## Rectangular Window



Messung und Bereinigung

## Rectangular Window



Timer Interrupt

Inhaltsverzeichnis

Begriffe der  
Digitalen Signal-  
verarbeitung

WAV Datei

Fourier  
Transformation

Schaltplan

Code

**Interessantes**

Fazit

► Test

# Interessantes



Inhaltsverzeichnis

Begriffe der  
Digitalen Signal-  
verarbeitung

WAV Datei

Fourier  
Transformation

Schaltplan  
Code

Interessantes

Fazit

- ▶ Oszilloskop erfüllt die Anforderungen
- ▶ misst akkurat
- ▶ Anpassungsmöglichkeiten sind eingeschränkt  
⇒ für Hobbyprojekte ausreichend