

## Digitalisierung von Audio

Aus der Physik wissen wir:

- Töne werden als Schwingungslinien dargestellt.
- Je größer die Amplitude, desto lauter der Ton.
- Je enger die Schwingungslinien, desto höher der Ton.
- Sprache/Musik/Klang erzeugen eine kompliziertere Schwingungslinie als einzelne Töne.

### Datenmenge

Im obigen Beispiel benötigt jeder gespeicherte Wert 3 Bit. Je Sekunde werden 6 Werte abgetastet. Es entstehen also je Sekunde  $6 \cdot 3 \text{ Bit} = 18 \text{ Bit}$  Daten.

**Datenrate** nennt man die Datenmenge (in Bit), die in 1 Sekunde entsteht. Sie berechnet sich so:

$$\text{Datenrate} = \text{Samplingtiefe (in Bit)} \cdot \text{Samplingrate (in Hz)}$$

Die Datenrate wird angegeben in bit/s, Kbit/s (KiloBit je Sek.), Mbit/s oder in: B/s KB/s, MB/s.  
Achtung: Byte mit **B** abgekürzt, Bit mit **b** oder bit.

Die **Datenmenge** ist die Datenmenge, die insgesamt entsteht. Sie berechnet sich durch:

$$\text{Datenmenge} = \text{Datenrate} \cdot \text{Zeit der Aufnahme (in Sek)}$$

Dauert die Aufnahme im Beispiel 3 Minuten, so entstehen insgesamt an Daten:

$$18 \text{ bit/s} \cdot 60 \text{ s} \cdot 3 = 3240 \text{ Bit} = 405 \text{ Byte}$$

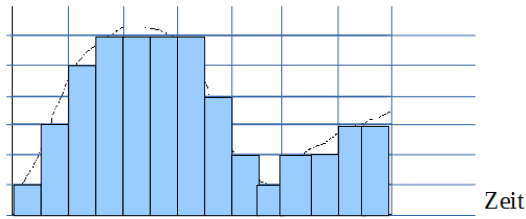
## 1. Gegenüberstellung:

<b>Audio:</b>	<b>Bild:</b>
<p><b>Samplingtiefe</b></p> <p>Die gemessenen Werte (Audiosignale) werden so gerundet, dass z.B. 256 verschiedene Werte möglich sind.</p> <p>Je gemessenem Wert werden dann 8 Bit Speicherplatz benötigt. Die Samplingtiefe ist also 8 Bit.</p> <p>Oder: Es stehen 8 Bit Speicherplatz zur Verfügung, also können maximal 256 verschiedene Werte unterschieden werden.</p>	<p><b>Farbtiefe</b></p> <p>Zur Darstellung von z.B. 256 verschiedenen Farben benötigt man 8 Bit. Die Farbtiefe ist also 8 Bit.</p>
<p><b>Rasterpunkt bei der Diskretisierung:</b></p> <p>1 gemessener Audio-Wert (eindimensional)</p>	<p><b>Rasterpunkt bei der Diskretisierung:</b></p> <p>1 Pixel (zweidimensional)</p>
<p><b>Samplingrate</b></p> <p>Wie oft wird das Signal je Sekunde abgetastet?</p> <p>Bsp.: Das Signal wird 22.050-mal je Sekunde abgetastet. Die Samplingrate beträgt 22.050 Hz.</p>	<p><b>Bildauflösung</b></p> <p>Wie viele Pixel passen in ein Inch?</p> <p>Bsp.: Ein Foto hat 200 dpi.</p> <p>Hinweis: Wenn als Bildauflösung die Gesamtzahl der Pixel angegeben wird, dann ist das nicht vergleichbar mit der Samplingrate.</p>
<p><b>Abtastpunkte</b></p> <p>= Samplingrate • Zeit</p>	<p><b>Pixelzahl (Gesamtzahl)</b></p> <p>= Bildauflösung (in dpi) • Bildlänge (in Inch)</p> <p>• Bildauflösung (in dpi) • Bildhöhe (in Inch)</p>
<p><b>Datenrate (= Speicherplatz je Sekunde):</b></p> <p>= Samplingrate • Samplingtiefe</p>	<p>(Gibt es nicht)</p>
<p><b>Datenmenge (Speicherplatz)</b></p> <p>= Samplingrate • Samplingtiefe • Zeitdauer (in sek)</p>	<p><b>Datenmenge (Speicherplatz)</b></p> <p>= Farbtiefe • Länge • Höhe • Bildauflösung<sup>2</sup></p> <p>= Farbtiefe • Pixelzahl(Gesamtzahl)</p>
<p><b>Kompression:</b></p> <p>- verlustfrei: selten.</p> <p>- verlustbehaftet: z.B. MP3</p> <p>(Verlustfreie Kompression wird oft in verlustbehaftete Verfahren integriert.)</p>	<p><b>Kompression:</b></p> <p>- verlustfrei: z.B. bei PNG.</p> <p>- verlustbehaftet: z.B. JPEG</p> <p>(Verlustfreie Kompression wird oft in verlustbehaftete Verfahren integriert.)</p>

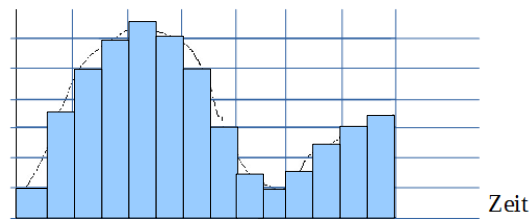
## 2. Individuell.

3.

(a)



(b)



4. Je größer die Samplingrate, desto besser die Aufnahme.  
 Je größer die Samplingrate, desto mehr Daten müssen gespeichert werden.  
 Je größer die Samplingtiefe, desto besser die Aufnahme.  
 Je größer die Samplingtiefe, desto mehr Daten müssen gespeichert werden.
5. (a) 8 Bit: D.h. je gemessenem Wert werden 8 Bit Speicherplatz benötigt.  
 22.050 Hz: D.h. es wird 22.050-mal je Sekunde abgetastet.  
 Dann entstehen je Sekunde  $8 \text{ Bit} \cdot 22.050 \text{ Hz} = \mathbf{176.400 \text{ Bit/s}}$ .  
 (b) Nach 5 Minuten beträgt die Datenmenge  $5 \cdot 60 \text{ s} \cdot 176.400 \text{ Bit/s} = 52.920.000 \text{ Bit} = 6.615.000 \text{ Byte} = 6.615 \text{ KB} \approx \mathbf{6,6 \text{ MB}}$ .
6. Speicherplatz:  $24 \text{ Bit} \cdot 48.000 \text{ Hz} \cdot 60 \text{ s} \cdot 30 = 2.073.600.000 \text{ Bit} = 259.200.000 \text{ Byte} = 259.200 \text{ KB} = \mathbf{259,2 \text{ MB}}$   
Datenrate:  $24 \text{ Bit} \cdot 48.000 = \mathbf{1152.000 \text{ Bit/s}} = 144.000 \text{ B/s} = \mathbf{144 \text{ kB/s}}$
7. Datenübertragungsraten von:
- Audio CD: ( Abtastrate 44,1 kHz, 16 Bit, zwei Kanäle  
 => ca. 1411 kbit/s bzw. 176,4 KByte/s)
  - USB 2.0: 480 Mbit/s (60 MByte/s)
  - USB 3.0: 5 Gbit/s (625 MByte/s)
  - USB 4: 40 Gbit/s (5 GByte/s)
  - Gespräch in Telefonqualität: 64 kbit/s
  - ...

## 8. Audioformate:<sup>1</sup>

- WAV**
- wave form audio, \*.wav
  - dient der digitalen Speicherung von Audiodaten
  - eine WAV-Datei enthält meist unkomprimierte Rohdaten
  - sehr hohe Qualität bei sehr großem Speicherbedarf
  - z.B.: zwei Minuten Musik ergeben ca 20 Megabyte (MB)
- MP3**
- MPEG-1 Audio Layer 3, \*.mp3
  - standardisiertes Komprimierungsverfahren
  - vergleichsweise kleinen Dateien bei dennoch sehr guter Qualität
  - z.B.: eine Musik CD kann ohne wahrnehmbare Qualitätsverluste auf ca. 10-20 MB reduziert werden.
- WMA**
- Windows Media Audio, \*.wma
  - Audioformat für Windows Betriebssysteme
  - hohe Kompression
  - relativ kleine Dateien bei guter Qualität
- AAC**
- Advanced Audio Coding, \*.aac
  - qualitativ verbesserter Nachfolger von MP3
  - kleine Dateien bei exzellenter Qualität
- OGG**
- Ogg Vorbis, \*.ogg
  - patentfreier Codec zur verlustbehafteten Audiodatenkompression
  - wurde als Alternative zum MP3 Format entwickelt
- FLAC**
- Free Lossless Audio Codec, \*.flac
  - patentfreier Codec
  - verlustfreie Audiokompression
  - ähnlich wie bei ZIP-Dateien: Die Originaldatei wird beim Codieren auf 30-60% ihrer Ursprungsgröße verkleinert und das Original wird beim Decodieren wieder hergestellt.
  - z.B. bei klassischer Musik, da die Wiedergabe originalgetreuer ist
- RA (RM)**
- Real Audio (Real Media), \*.rm
  - RM: Sammelbezeichnung für verschiedene Dateiformate desselben Software-Herstellers
  - verlustbehaftete Kompression
  - speziell bei hohen Komprimierungen vergleichsweise gute Qualität
  - wird häufig bei Webradio Übertragungen (Livestreams) eingesetzt

<sup>1</sup> [https://lehrerfortbildung-bw.de/st\\_digital/medienwerkstatt/multimedia/audio/formate/](https://lehrerfortbildung-bw.de/st_digital/medienwerkstatt/multimedia/audio/formate/) (12.03.19)