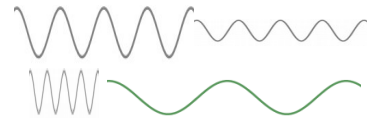


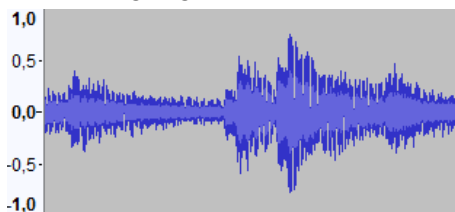
Digitalisierung von Audio

Aus der Physik wissen wir:

- Töne werden als **Schwingungslinien** dargestellt.
- Je _____ die **Amplitude** desto _____ der Ton.
- Je _____ die Schwingungslinien, desto _____ der Ton.
- Sprache/Musik/Klang erzeugen kompliziertere Schwingungslinien als einzelne Töne.

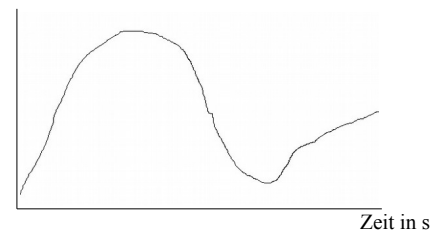


Die Schwingungslinie nennt man auch **Signal**.

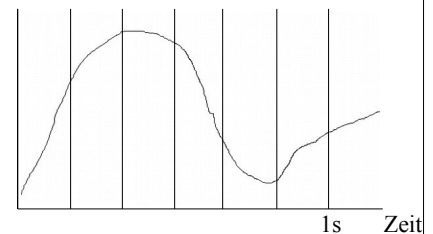


Musikaufnahme

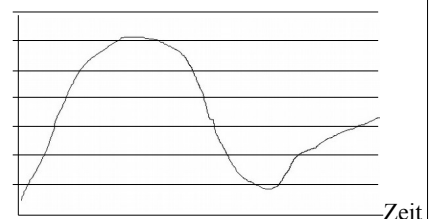
sehr stark
vergrößert:



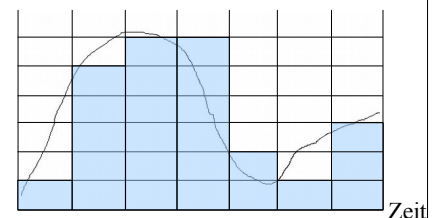
Die **Samplingrate** (oder **Abtastrate**) gibt an, wie oft das Signal in einer Sekunde abgetastet wird. Im Bild rechts wird das Signal 6-mal je Sekunde abgetastet die Sampling-Rate beträgt dann **6 Hz** (Hertz). Eine übliche Sampling-Rate ist z.B. 44.100 Hz, also 44,1 kHz (KiloHertz). Dabei wird das Signal 44.100-mal pro Sekunde abgetastet.



Auch bei den gemessenen Werten (y-Achse) kann nicht jeder gemessene Wert gespeichert werden. Die tatsächlichen Werte müssen geeignet gerundet werden, um sie speichern zu können. In der Abbildung rechts sind 8 verschiedene y-Werte möglich. Um 8 verschiedene Zahlen darstellen zu können, benötigt man 3 Bit (weil $2^3=8$ ist). Die **Samplingtiefe** beträgt hier also **3 Bit**.



Bei einer üblichen Samplingtiefe von 16 Bit stehen für jeden gemessenen Wert 16 Bit zur Verfügung. Damit sind $2^{16} = 65.536$ verschiedene Werte auf der y-Achse möglich.



Man erkennt, dass eine Aufnahme um so originalgetreuer wird, je feiner das Raster aus Samplingrate und Samplingtiefe ist.

Ein Analog-Digital-Wandler, kurz **AD-Wandler**, wandelt ein analoges Signal in ein digitales um. Dabei wird das analoge Signal in ein Raster übertragen. Je größer Samplingtiefe und Samplingrate sind, desto feiner ist das Raster, desto besser ist also die die Auflösung und damit die Qualität der Aufnahme.

Die Übertragung in ein vorgegebenes Raster nennt man **Diskretisierung**.

Datenmenge / benötigter Speicherplatz

Im obigen Beispiel benötigt jeder gespeicherte Wert 3 Bit. Je Sekunde werden 6 Werte abgetastet. Es entstehen also je Sekunde _____ Bit Daten.

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

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

Die Datenrate wird angegeben in *bit/s*, *Kbit/s*, *Mbit/s* oder in *B/s*, *KB/s*, *MB/s*.

(Achtung: Byte wird mit **B** abgekürzt, Bit mit **b** oder bit.)

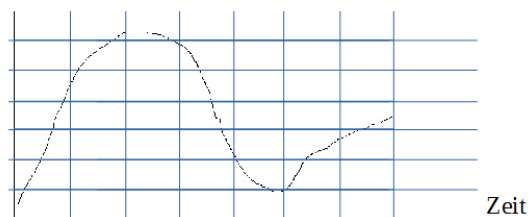
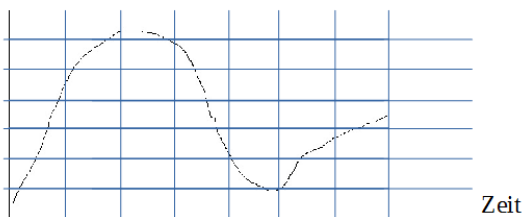
Die **Datenmenge** ist die Datenmenge, die insgesamt entsteht. Sie berechnet sich durch:

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

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

Aufgabe:

- Suche für die Begriffe *Samplingrate*, *Samplingtiefe*, *Raster*, *Datenrate*, *Datenmenge* entsprechende Begriffe bei der Digitalisierung von Bildern und vergleiche.
- Die Datei enthält eine Audioaufnahme. Öffne sie mit dem Tool Audacity und spiele sie ab.
 - Vergrößere eine Stelle der Aufnahme immer weiter. Was erkennst du?
 - Links neben dem Aufnahmesignal findest du die Informationen zur *Samplingtiefe* und *-rate* und ob es sich um 1 oder 2 Kanäle handelt (Mono/Stereo).
Berechne daraus die Qualität der Aufnahme (in kbit/s).
 - Exportiere nun die Datei in eine MP3-Datei. Wähle dabei eine schlechtere Qualität als die ursprüngliche. Beim Exportieren kannst du zusätzlich die *Abtastrate* ändern. Experimentiere mit verschiedenen Qualitätsstufen. Vergleiche die Dateigrößen und die Qualität beim Abhören.
Achtung: Notiere dir die eingestellten Qualitätsmerkmale und vergiss nicht, den Dateinamen zu ändern, damit du die verschiedenen Varianten vergleichen kannst ;-)
- Veranschauliche die entstehende Rasterung und Diskretisierung, wenn
 - die vorgegebene *Samplingrate* verdoppelt wird.
 - sowohl die *Samplingrate* als auch die *Samplingtiefe* verdoppelt wird.



4. Ergänze:

- Je _____ die Samplingrate, desto _____ die Aufnahme.
Je _____ die Samplingrate, desto _____ Daten müssen gespeichert werden.
Je _____ die Samplingtiefe, desto _____ die Aufnahme.
Je _____ die Samplingtiefe, desto _____ Daten müssen gespeichert werden.

5. (a) Berechne die Datenrate bei einer Aufnahme mit 8 Bit / 22.050 Hz.

(b) Berechne den benötigten Speicherplatz für eine 5-minütige Aufnahme.

6. In einem Ton-Studio werden Aufnahmen mit 24 Bit / 48.000 Hz gemacht. Wie viel Speicherplatz wird für eine 30-minütige Musikaufnahme benötigt? Berechne auch die Datenrate.

7. Informiere dich über die Datenübertragungsraten:

- einer Audio CD,
- eines USB-Sticks,
- eines Gesprächs in Telefonqualität,
- Ethernet, WLAN, Internet,
- ...

8. Recherchiere: Welche gängigen Dateiformate für Audio gibt es? Welche Qualitätsmerkmale haben sie? Sind sie komprimierbar?