

Klasse:

Name:

Datum:

Die Aufnahme und Wiedergabe des Audio-Signals einer Hi-Fi Anlage erklärt sehr eindrücklich, wie durchgehend die Kette einer Signalverarbeitung sowohl konventionell als auch digital durchlaufen wird.

Entstehung Signals

Schnelle **Druckschwankungen**, werden vom Ohr als **Schallwellen** wahrgenommen. Wir unterscheiden:

- **Audio:** Schallwellen im **hörbaren** Bereich:
- **Ton:** harmonische Schwingung Frequenz [Hz]
- **Klang:** Frequenzgemisch, was Lebewesen als erkennen.

Signalweg



Das Mikroskop

.....
.....
.....
.....



Die Hi-Fi Anlage

.....
.....
.....
.....



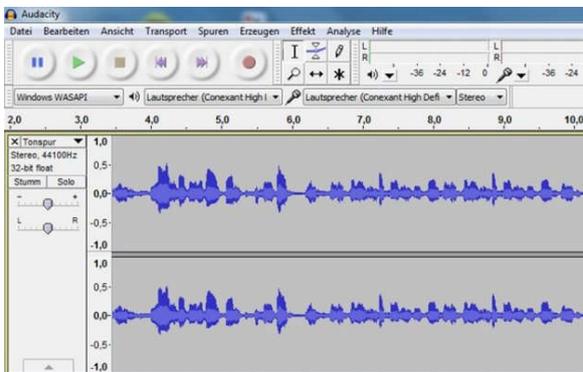
Lautsprecher/Kopfhörer:

.....
.....
.....
.....

Signaleigenschaften

MITTE

Mit dem Programm „Audacity“¹ kann man den Signalverlauf einer Aufnahme sichtbar machen:



Eigenschaften:

Signaltyp: „analog“ = - & kontinuierlich!

- 1) Unregelmäßiger Spannungsverlauf:
- 2) Höhe der Amplituden: Klanganteile.
- 3) Schnelle unregelmäßige Wechsel:

Stereo → (oben) & (unten) Kanal.

Auch vor dem Computerzeitalter konnte man analoge Signale speichern, um sie später wieder abzuspielen.

Speicherung von Signalen



Schallplatte:
= mechanischer
Speicher



Funktion:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

¹ Kostenloses PC-Programm zur Bearbeitung von Audio-Daten



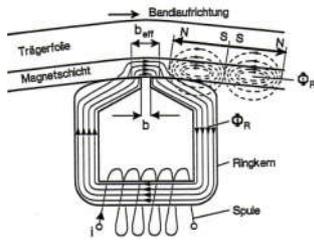
Klasse:

Name:

Datum:



Magnetband:
= magnetischer Speicher



Feldlinienverlauf und Magnetisierung des Tonbandes am Spalt des Aufnahmehauptkopfes.

Funktion:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

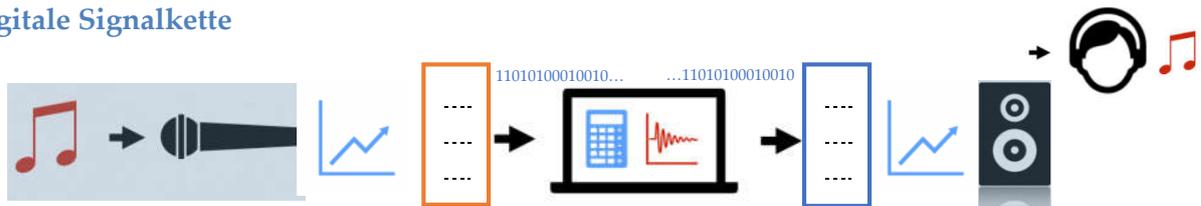
Digitalisierung

Digitalisierung bedeutet, dass man die Amplituden eines Funktionsverlaufs (hier der Spannungsverlauf des Audiosignals) in schnellen Zeitabständen misst, und deren (Spannungs-) Werte als Zahlen (=digitalisieren) in einen Speicher schreibt. Dazu benötigt man zwei neue Bauteile:

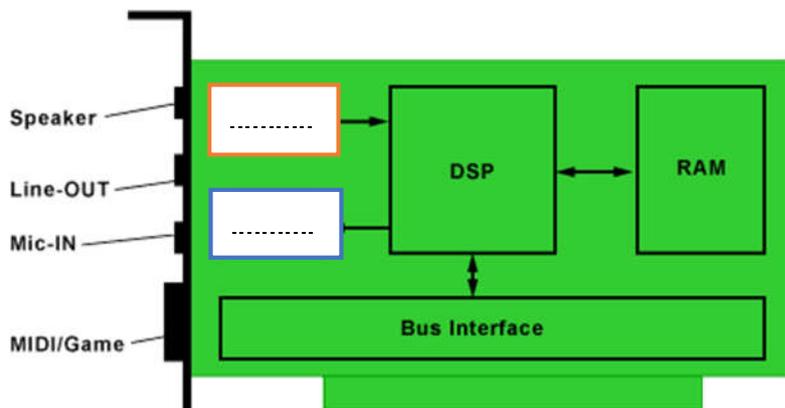
- 1) ADC = : übersetzt analoge Signale in digitale Werte.
- 2) DAC = : übersetzt digitale Werte zurück in analoge Signale.

Digitale Signalkette

MITTE



Das macht jede **Soundkarte**:



Funktion:

Die Soundkarte ist ein kleiner Computer für sich mit einem speziellen

 (DSP) und einem eigenen

 (RAM). Über das BUS-Interface gelangen die Sounddaten in das

Kennzeichen einer Digitalisierung

- 1) **Sampling:** Begriff für das Digitalisieren von analogen Audiosignalen.
- 2) **Abtastrate:** bestimmt, wie oft der Originalton pro Sekunde abgetastet wird.
Je öfter abtasten, desto besser ist die Aufnahme-Qualität – aber auch desto höher der Speicherbedarf!
- 3) **Abtasttiefe (Auflösung):** legt die Genauigkeit des Samplings fest.
Je mehr Bits pro Messwert, desto feiner die Unterscheidung, aber auch desto höher der Speicherbedarf!

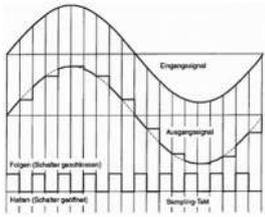
Klasse:

Name:

Datum:

Wandlungsschritte

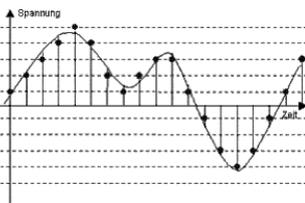
1) Abtastung



Verarbeitungsschritt: „Sample & Hold“

Ein Taktsignal steuert einen, der als Schalter fungiert. Der Transistor schaltet die Aufladung eines auf den gerade anliegenden Spannungswert. Für die Dauer eines Taktzyklus behält der Kondensator den Beim nächsten Taktsignal wird der Kondensator auf den nächsten Spannungswert aufgeladen.

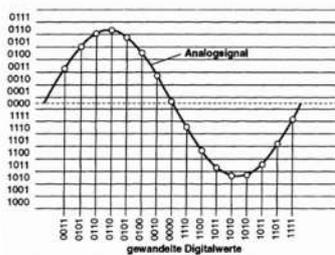
2) Quantisierung



Verarbeitungsschritt: „Quantization“

Die am Kondensator anliegende Spannung wird nun einen festen Zwischen zwei Zahlenwerte liegt „nichts“. Es wird der Wert gewählt, der dem Messwert am nächsten liegt. Da also Messwert und Quantisierungswert immer gleich sind, kommt es zu Quantisierungsfehlern. Je eine Quantisierungsskala ist, desto geringer ist der Fehler.

3) Codierung



Verarbeitungsschritt: „Coding“

Da Computer im Dualsystem arbeiten, besteht die Quantisierungsskala aus Je feiner also die Skala ist, aus desto mehr Bits besteht jeder einzelne Messwert. Dies lässt die Datei immer werden. Es muss also eine ausgewogene Abstimmung aus Sample-Qualität und Dateigröße gefunden werden.

MITTE

Übliche Abtastraten sind:

- ... kHz für Videokonferenz
- 11 kHz für PC Sprache und Spiele
- 22 kHz für PC Sprache und Musik
- 32 kHz für Rundfunk
- kHz für CDs
- 48 kHz für DAT und DVDs

Info: „Abtasttheorem“
Damit ein Signal eindeutig rekonstruiert werden kann, besagt das Abtasttheorem, dass eine Abtastung mindestens **doppelt** so schnell erfolgen muss, wie die höchste Frequenz des abgetasteten Signals.

Kompression

Beispiel: Wieviel Megabyte Daten entstehen, wenn 60 min. Stereo Audiodaten bei 44,1 MHz mit 16 Bit Auflösung digitalisieren?

Berechnung:

$$44.1 \text{ MHz} \times 2 \times 16 \text{ Bit} \times 60 \times 60 \text{ s}$$

= 5.1 Gigabit
= 635 Megabyte



Kompression: (z.B. Mp3)
Kompressionsverfahren reduzieren Bitweise, als auch lassen sie Frequenzspektrern weg. Damit lassen sich Audiodaten auf etwa 1/10 schrumpfen:
Aus 635 MB werden damit ca. 63 MB!

Konsequenz:

.....
.....
.....
.....