

# Beschreibung von Schwingungen

Die Schwingungen einer Feder, eines Lineals oder eines anderen Körpers können wir zwar sehen oder mit der Hand spüren, doch eine genaue Beschreibung der einzelnen Schwingungsvorgänge ist dabei nicht möglich.

Um die Schwingung einer Stimmgabel genauer zu erfassen, wird folgender Versuch durchgeführt:

## Versuch:

Wir benutzen eine große Stimmgabel, an der eine Metallzange befestigt ist. Wir schlagen die Stimmgabel an und führen dann die Spitze der Metallzange über eine mit Hilfe einer brennenden Wachskerze beruhten Glasplatte:



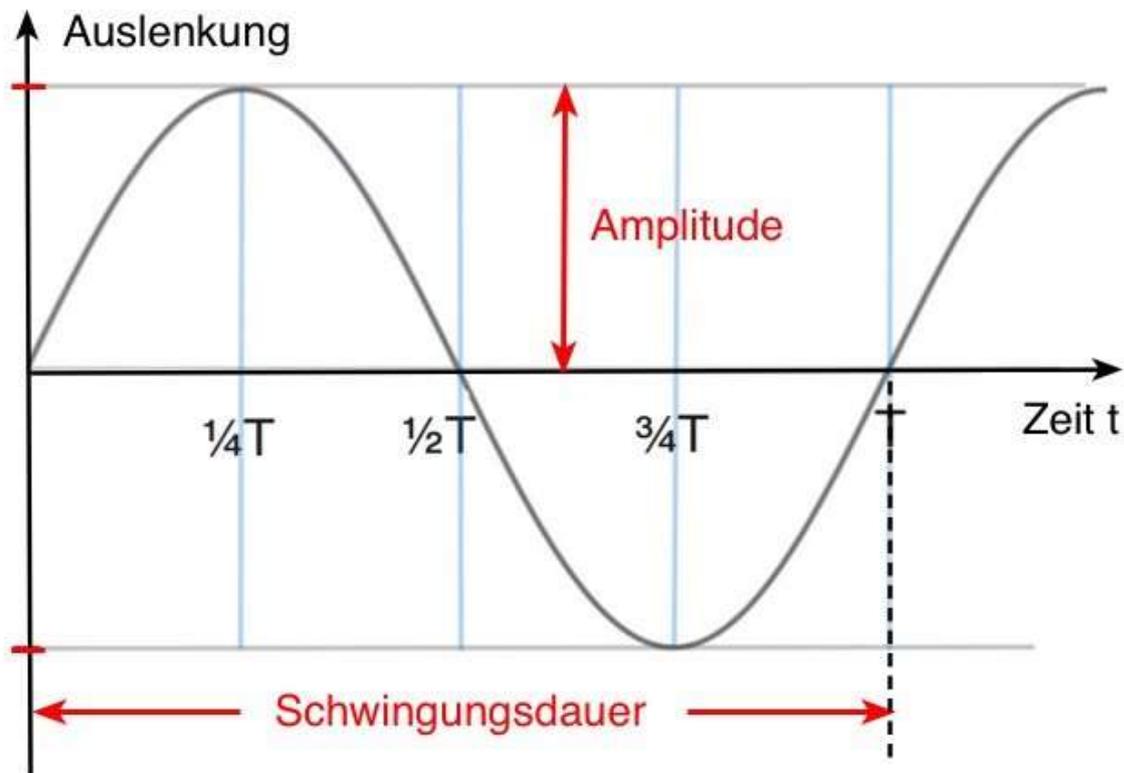
Der aufgezeichnete Kurvenzug lässt erkennen, dass sich die Stimmgabel gleichmäßig hin und her bewegt hat.

Je schneller man die Stimmgabel über die Glasplatte zieht, umso größer werden die Abstände der Kurvenabschnitte.

## Eigenschaften von Schwingungen und Größen zur Beschreibung

Aus einer vergrößerten Darstellung eines Teilabschnitts der Stimmgabelschwingung lassen sich verschiedene Eigenschaften erkennen sowie verschiedene Größen der Schwingung definieren.

Zieht man die Stimmgabel *gleichmäßig* (also mit gleichbleibendem Tempo) über die Glasplatte, so entspricht jeder Abschnitt einer bestimmten **Zeitspanne  $t$**  ( $t = \text{time}$ ):



## Amplitude und Lautstärke

Die **maximale Auslenkung** aus der Ruhelage nennt man **Amplitude**.

Die Amplitude bestimmt die **Lautstärke** des Tons:

**Je größer die Amplitude, desto lauter der Ton.**

## Schwingungsdauer, Frequenz und Tonhöhe

Die Zeit, nach der sich ein Bewegungsablauf in genau gleicher Weise wiederholt, also die **Zeit für einen Schwingungsvorgang**, nennt man **Schwingungsdauer** (Abkürzung: **T**). Oft (vor allem bei schnellen Schwingungen) wird statt der Schwingungsdauer angegeben, **wie viele Schwingungen** (Schwingungsvorgänge) **in einer Sekunde** erfolgen.

Man nennt diese Größe **Frequenz** (Abkürzung: **f**).

Die **Frequenz** wird in der *Einheit Hertz*, abgekürzt **Hz**, angegeben.

**Erfolgt genau eine Schwingung in einer Sekunde, so beträgt die Frequenz 1 Hz.**

Diese Einheit wurde nach dem deutschen Physiker **Heinrich Hertz (1857 – 1894)** benannt.

Die Frequenz einer Schwingung bestimmt die Tonhöhe:

**Je größer die Frequenz, desto höher ist der Ton.**

## Wie kann man Schallschwingungen sichtbar machen?

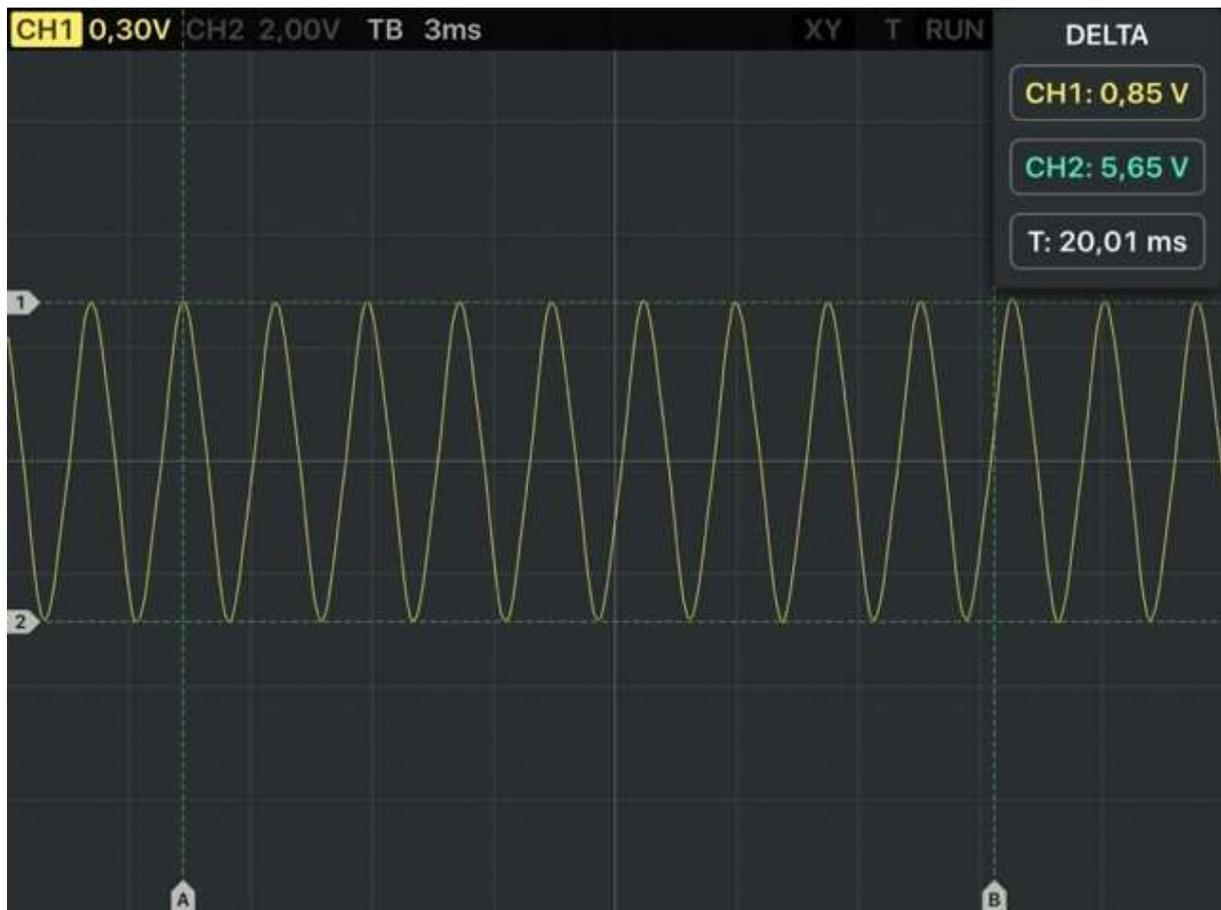
Schwingungen, die zu schnell für unser Auge sind, lassen sich mit einem *Oszilloskop* (Schwingungsanzeiger), mit einem Computer oder auch mit einem Tablet oder Smartphone für uns sichtbar machen.

Dazu wird ein Mikrofon, welches vor die Schallquelle gestellt wird, an das Oszilloskop angeschlossen oder ein Tablet / Smartphone mit einer entsprechenden App vor die

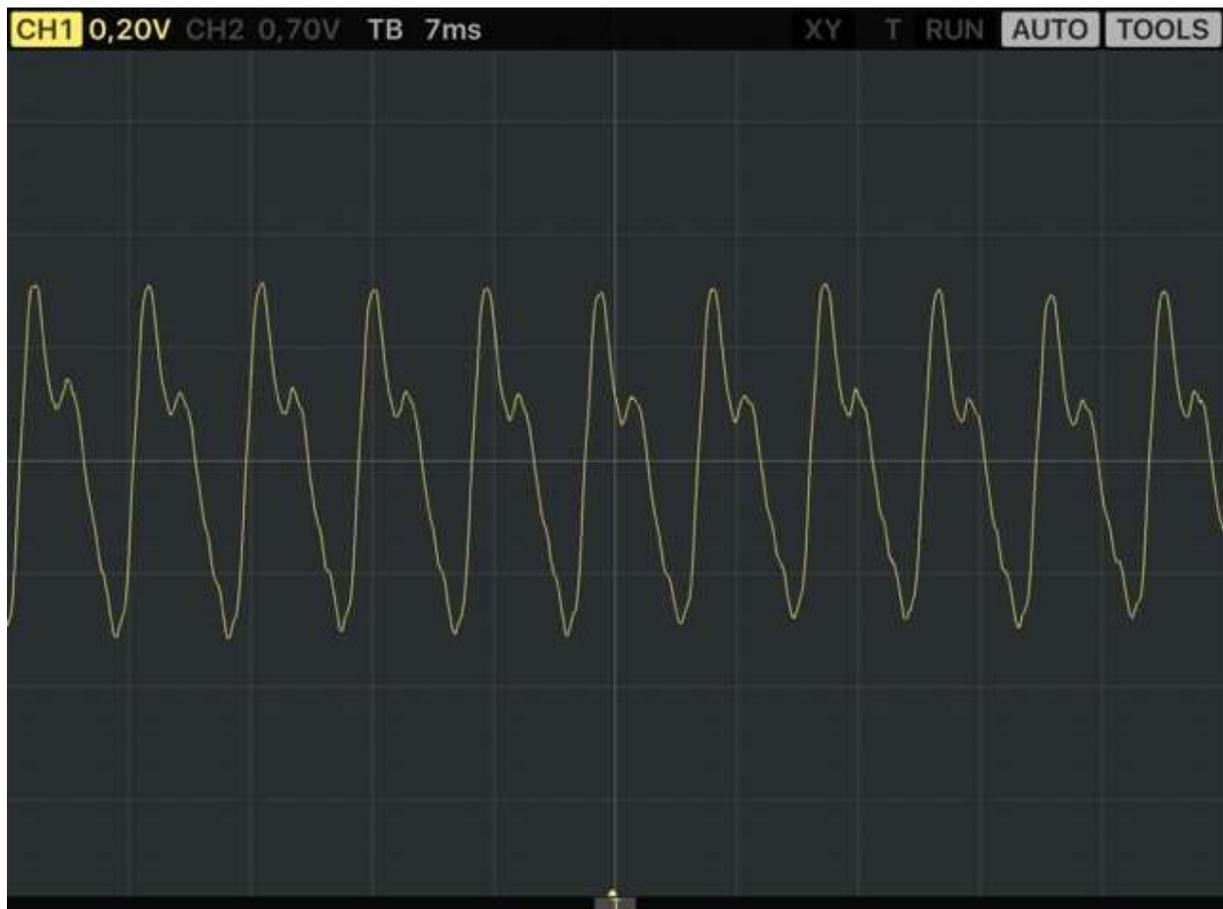
Schallquelle gehalten. Die Schwingungen werden in elektrische Signale umgewandelt und auf dem Bildschirm dargestellt.

## Darstellung verschiedener Schwingungen

Wir nehmen verschiedene Arten von Schwingungen mit Hilfe verschiedener Schallquellen (Stimmgabel, Tamburin, eigene Stimme etc.) auf und vergleichen die entstehenden **Schwingungsbilder**:



Schwingungsbild einer Stimmgabel



Schwingungsbild einer menschlichen Stimme



Schwingungsbild eines angeschlagenen Tamburins

Wir stellen fest:

- Bei einigen Schallquellen (z.B. Tamburin) werden die Amplituden mit der Zeit immer kleiner
- je höher der Ton ist, umso mehr Schwingungen passen (bei gleicher Einstellung) auf den Bildschirm
- Manche Schwingungen sehen unregelmäßiger aus als andere

### **Bestimmung der Frequenz der Schwingung einer Stimmgabel**

Wir wollen nun die Frequenz, mit der eine Stimmgabel schwingt, aus dem Schwingungsbild (s.o.) ermitteln. Dafür zählen wir die Anzahl der Schwingungsvorgänge auf dem Bildschirm für einen bestimmten Zeitabschnitt (z.B. 0,02 Sekunden = 1/50 Sekunde).

Wir wählen als Angangspunkt der Schwingung einen Punkt mit der größten Auslenkung nach oben. Ein Schwingungsvorgang ist abgeschlossen, wenn die Schwingung wieder die größte Auslenkung (nach oben) erreicht hat:



Es lässt sich ablesen, dass im gewählten Zeitabschnitt von  $1/50$  Sekunde = 0,02 Sekunden (oder 20ms = 20 Millisekunden) knapp **9 Schwingungen** erfolgen. Um daraus die *Frequenz* zu ermitteln, müssen wir wissen, wie viele Schwingungen in *einer* Sekunde erfolgen.

Wir multiplizieren also die Anzahl von 9 Schwingungen mit 50 und erhalten so eine Anzahl von **450 Schwingungen pro Sekunde**, also eine **Frequenz von 450 Hz**.

Da bei genauer Betrachtung im gewählten Zeitabschnitt nicht ganz 9 Schwingungsvorgänge erfolgten, wird die tatsächliche Frequenz ein wenig kleiner sein.

**Die genaue Frequenz einer Stimmgabel, wie sie auch zum Stimmen von Instrumenten verwendet wird, beträgt 440 Hz.** Der Ton, den die Stimmgabel erzeugt, wird auch **Kammerton A** genannt. Er dient Musikern zum Stimmen ihrer Instrumente. Die anderen Schwingungsbilder unterscheiden sich von dem der Stimmgabel z.T. deutlich.

Während der **Ton einer Stimmgabel** ein gleichmäßiges Schwingungsbild erzeugt, sehen die Schwingungsbilder anderer Schallereignisse ungleichmäßiger aus. Solche Schallereignisse nennt man **Klang** oder **Geräusch**. Sie sind aus verschiedenen Schwingungen zusammengesetzt.

Der *Klang* bzw. die *Klangfarbe* verschiedener [Musikinstrumente](#) unterscheidet sich aufgrund von zusätzlichen **Oberschwingungen** (Obertönen), die zusätzlich zur **Grundschiwingung** hervorgerufen werden.

## Zusammenfassung

**Schwingungen** sind sich wiederholende Bewegungen. Eine Schwingung entsteht, wenn ein elastischer Körper aus einer **Gleichgewichtslage (Ruhelage)** ausgelenkt und anschließend losgelassen wird.

Den Abschnitt einer Schwingung, der sich wiederholt, nennt man Schwingungsvorgang oder **Periode** bezeichnet.

### Amplitude und Lautstärke

Die **maximale Auslenkung** eines schwingenden Systems wird als **Amplitude** bezeichnet. **Je größer die Amplitude ist, umso lauter ist der entstehende Ton.**

### Schwingungsdauer, Frequenz und Tonhöhe

Die **Zeitdauer** für einen Schwingungsvorgang wird als **Schwingungsdauer T** bezeichnet.

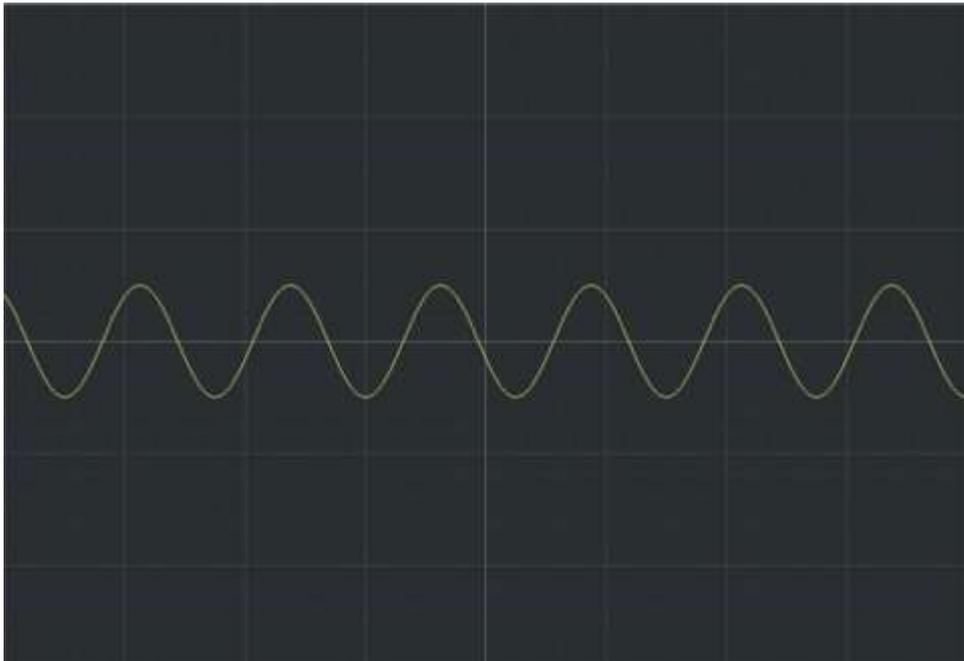
Die **Anzahl der Schwingungen pro Sekunde** ist die **Frequenz  $f$** .  
Die *Einheit* der Frequenz ist 1 Hz (Hertz). 1 Hz bedeutet eine Schwingung pro Sekunde.

**Je größer die Frequenz ist, umso höher ist der Ton.**

Eine **Stimmgabel** schwingt mit einer Frequenz von **440 Hz**.

Zum Schluss wollen wir noch einmal die Größen **Amplitude** und **Frequenz** mit Hilfe von **Schwingungsbildern** verdeutlichen:

Die folgenden zwei Töne haben die **gleiche Frequenz** und damit die **gleiche Tonhöhe**.  
Die **Amplitude** und damit die **Lautstärke** ist jedoch bei der zweiten Schwingung deutlich **größer**.



Kleine Amplitude – leiser Ton

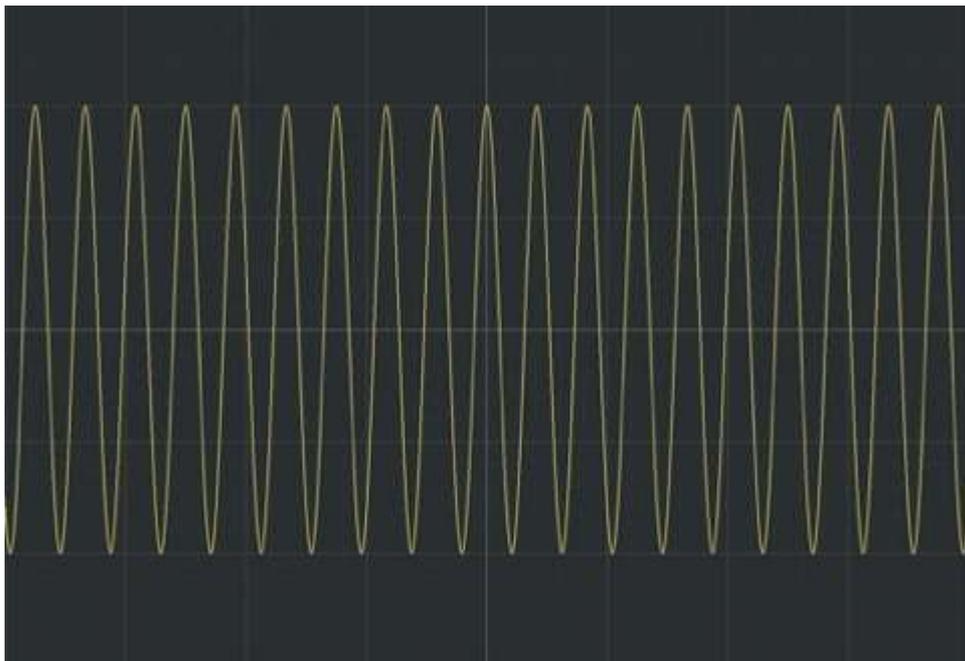


große Amplitude – lauter Ton

Die folgenden zwei Töne haben die **gleiche Amplitude** und damit die **gleiche Lautstärke**.  
Die **Frequenz** ist jedoch bei der zweiten Schwingung deutlich **größer**. Der Ton ist **höher**.



Kleine Frequenz – tiefer Ton



Große Frequenz – hoher Ton

[weiter mit Schallwahrnehmung und Schallmessung](#)

[zurück](#)

**Teile diese Seite**

**Suchen**

Search:

**Themenübersicht**

- [Schall und Lärm \(Akustik\)](#)