

# AKUSTIK 1

Vorlesung  
Hören Verstehen - für jedes Diplomfachstudium

Dienstag 23.10.2007 13.00 - 14.30

## Wellen und Schwingungen

Nächste Vorlesung - Dienstag 30.10.2007

Dr. Michael Jäger / [Michael.Jaeger@uibk.ac.at](mailto:Michael.Jaeger@uibk.ac.at) / +43 (676) 9675309

# Auflösung Schall & Klang

Wie lange braucht der Schall, um die Rückwand eines Konzertsaaes zu erreichen, wenn die Temperatur 30°C beträgt und die Bühne 35 m weit weg ist?

$$v_T = 332 + 0,6 \times (T_{\text{Celsius}}) \text{ m/s}$$

$$v_{30} = 350 \text{ m/s} \quad 1/10 \text{ sec} = 100\text{ms}$$

Sie dirigieren eine Kapelle bei einer Skilifteröffnung in Sölden. Die Temperatur an diesem Januartag beträgt -10°C. Wie groß ist die Schallgeschwindigkeit? Wie lange braucht die Musik, um einen Zuhörer in 65 m Entfernung von der Band zu erreichen?

$$v_T = 332 + 0,6 \times (T_{\text{Celsius}}) \text{ m/s}$$

$$v_{-10} = 326 \text{ m/s} \quad \text{bei } 65\text{m} = 199\text{ms}$$

# Wellen & Schwingungen

## Das Element der Zeit im Schall

„ $f$ “ für Frequenz wird in Schwingungen pro Sekunde angegeben

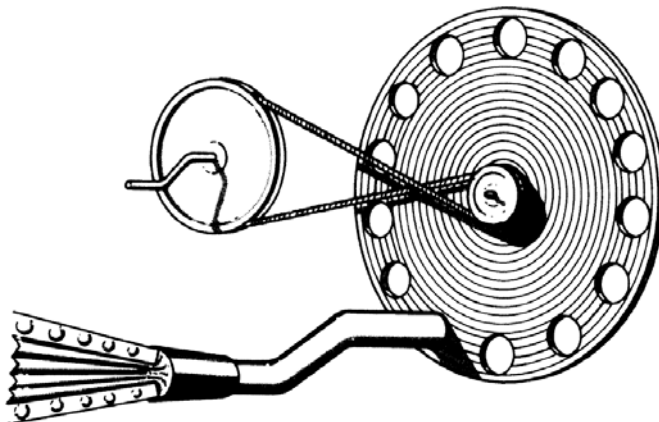
„Hz“ nach dem Physiker Heinrich Hertz

Kammerton  $f = 440 \text{ Hz}$  (Stimmgabel, Stimmpfeifen, +43 (1) 1507)

„ $P$ “ für Periode: Zeit für einen einzelnen vollständigen Schwingungsdurchlauf

$$P = 1/f$$

$A = 440 \text{ Hz}$      $1/440$  einer Sekunde     $0,00227 \text{ s}$



Sirenenscheibe:

- Zahl der Löcher
- Zahl der Umdrehungen/Sekunde

# Wellen & Schwingungen

Drei physikalische Eigenschaften für die Beschreibung einer Welle:

$v$  ... Geschwindigkeit

$\lambda$  ... Wellenlänge

$f$  ... Frequenz

$$\longleftrightarrow v = \lambda \times f$$

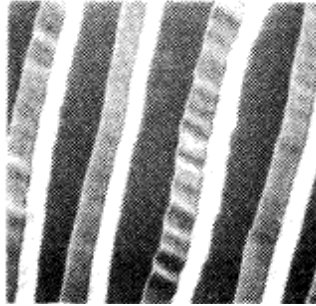
$$v \left( \frac{\text{Meter}}{\text{Sekunden}} \right) = f \left( \frac{\text{Schwingungen}}{\text{Sekunden}} \right) \text{ mal } \lambda \left( \frac{\text{Meter}}{\text{Schwingungen}} \right)$$



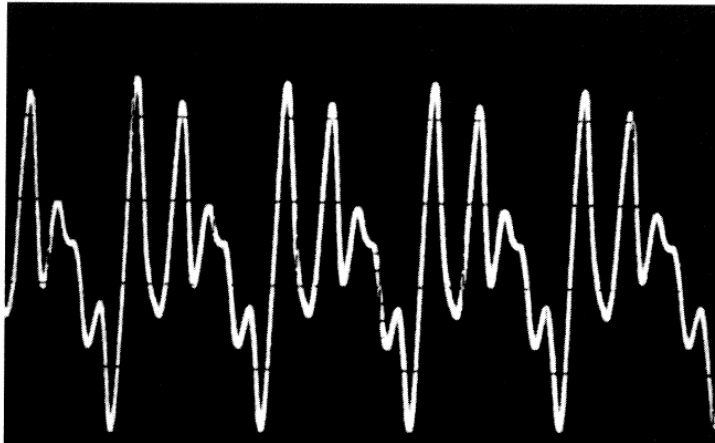
440 Verdichtungszone breiten sich aus.  
441sten ist die erste 344m weit weg.  
Von oben würde man 440 Wellen sehen.  
 $344\text{m}:440 = 78,2 \text{ cm}$  als Wellenlänge  $\lambda$

# Wellen & Schwingungen

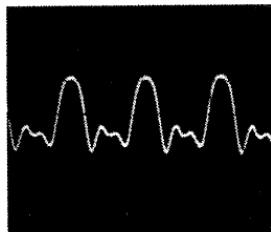
## Wellenformen



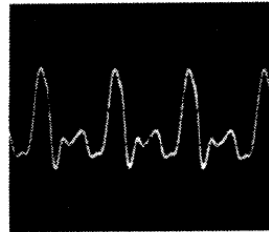
Vergrößerte Ansicht einer Schallrinne auf einer Schallplatte!



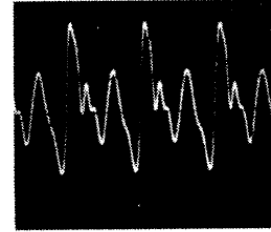
Die Anzeige eines Oszilloskops zeigt den gesungenen Vokal „o“. Das Bild zeigt wie sich der Luftdruck auf das Mikrophon (vertikal) über die Zeit (horizontal) verändert.



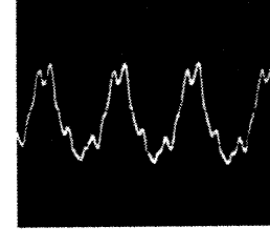
Flöte



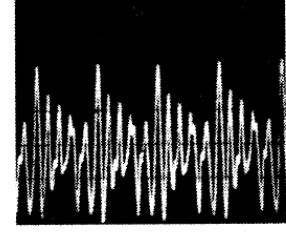
Trompete



Sop.Sax



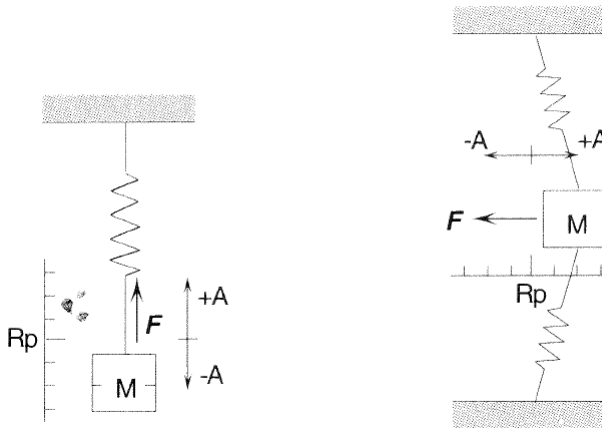
Violine



Fagott

# Wellen & Schwingungen

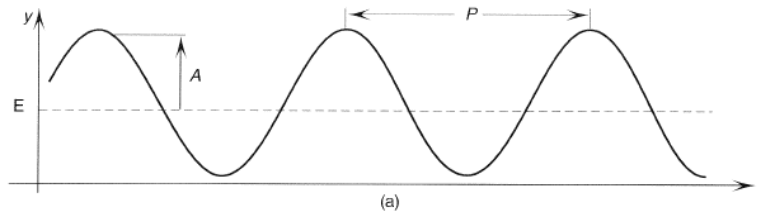
## Die einfache harmonische Schwingung (EHS)



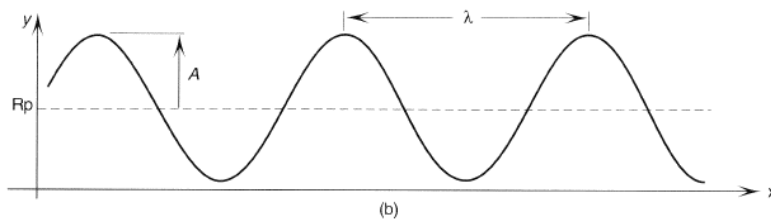
Ruhepunkt  $R_p$

Jede Störung muss eine Widerstandskraft  $F$  hervorrufen.

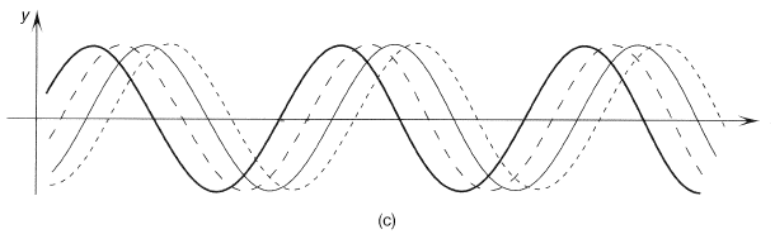
Die Distanz  $A$  ist die Amplitude der Schwingung.



EHS Bewegung



Eine sinusoidale wellenförmige Störung als Funktion der Position  $x$  im Raum.



Eine Folge von (b) ergibt ein bewegtes Bild.

# Wellen & Schwingungen

## Arbeit, Energie und Resonanz

Beziehung zwischen Oszillator (schwingendes System) und seiner Umgebung.

Arbeit  $W$

$$W = F \times s$$

**Übung:** Geiger streicht mit der Kraft  $F = 0,6 \text{ N}$  gegen eine Saite.  $s = 0,3 \text{ m}$ . Wie viel Nm bzw. J muss er aufwenden?

**Lösung:**

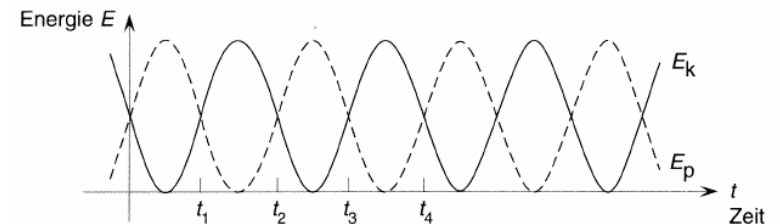
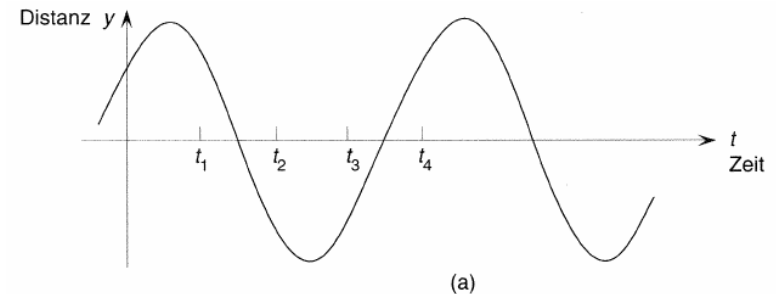
$$W = 0,6 \text{ N} \times 0,3 \text{ m} = \mathbf{0,18 \text{ Nm / J}}$$

Resonanz

Erzwungenes Mitschwingen eines schwingungsfähigen Systems!

Energie

Gesetz von der Erhaltung der Energie



$E_K$  = kinetische Energie

$E_P$  = potentielle Energie

# Wellen & Schwingungen

## Symbole, Begriffe, Beziehungen

$f$	Frequenz (anderes Formelzeichen lt. DIN: $\nu$ )	$W$	Arbeit	$m \cdot g$	Gewicht
$P$	Periode	$v$	Schallgeschwindigkeit	$\pi \cong 3,1416\dots$	
$\lambda$	Wellenlänge	$k$	Steifigkeitskraft	$g = 9,8 \text{ m/s}^2$	Erdanziehungsbeschleunigung
$A$	Amplitude	$m$	Masse		Trägheit
$a$	Beschleunigung	$P = 1/f$			Widerstandskraft
EHS	einfache harmonische Schwingung	$v = \lambda \cdot f$			Sinuswelle, -schwingung
$F$	Kraft	$f = (1/2\pi) \cdot \sqrt{k/m}$			funktionale Beziehung
$s$	Strecke	$W = F \cdot s$			kinetische Energie
		Hz	Hertz		potentielle Energie
		Rp	Ruhepunkt		

Wenn eine Orgelpfeife für eine Wellenlänge von 4m konstruiert wird, welche Frequenz wird dann ihr Klang haben? ( $T = 20^\circ$ )

Wenn die Frequenz einer Radiowelle 100 MHz beträgt, wie groß ist dann die Periode jeder Schwingung?

Wenn Sie ein Auto mit der Kraft von 400N zu schieben versuchen, aber die Handbremse angezogen ist und das Auto sich nicht bewegt, welche Arbeit verrichten Sie? Wenn nun die Bremse gelöst wird, und Sie schieben weiter mit konstanter Kraft über eine Strecke von 30m, wie viel Arbeit haben Sie dann verrichtet.