

# Engaging Physics Tutoring

Clicker Runde

Lektion 11 – Energietransport in Wellen. Interferenz.

# Konzepte

## Wellen allgemein

- Wellen übertragen Energie, aber keine Masse. (1)
- Die Intensität einer Welle welche sich in 3D ausbreitet ist  $\propto 1/r^2$ . (7)

## Phasenfront

- Die Phasenfronten sind die Punkte im Medium, welche dieselbe Phase im Oszillationszyklus haben. (2,3).
- Die Welle breitet sich senkrecht auf die Phasenfronten aus. (2,3)

## Harmonische Welle

- Für harmonische Wellen gilt  $c = \lambda \cdot f$ , d.h. die Geschwindigkeit der Welle ist direkt proportional zur Frequenz bzw. der Wellenlänge. (4)

## Stehende Wellen

- Stehende Wellen mit fixen Enden im Medium mit Länge  $L$  haben Wellenlängen von  $\lambda = \frac{n}{2}L$ . (5)

# Frage 1

Mujinga Kambundji holt die WM-Bronzemedallie! Im Stadion geht die «La Ola» um! Welches physikalische Phänomen ist dabei schön illustriert?

Eine Welle überträgt...

- a) weder Masse noch Energie.
- b) Energie, aber keine Masse.
- c) Masse, aber keine Energie.
- d) Masse und Energie.



# Frage 1

Mujinga Kambundji holt die WM-Bronzemedaille! Im Stadion geht die Laola um! Welches physikalische Phänomen ist dabei schön illustriert?

Eine Welle überträgt...

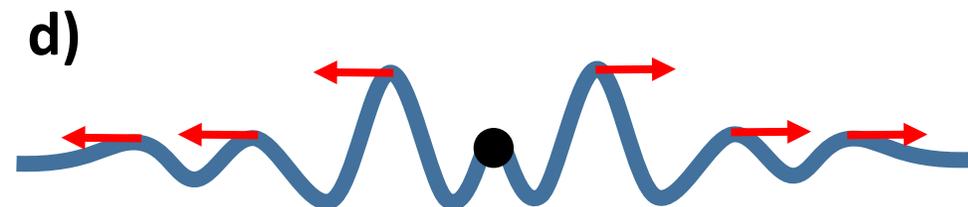
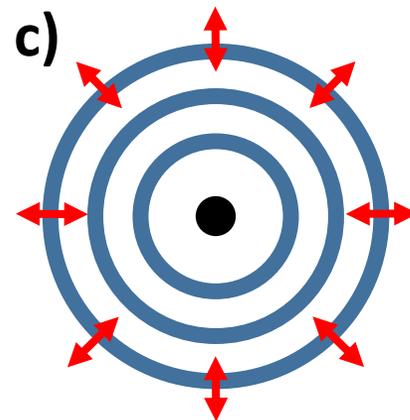
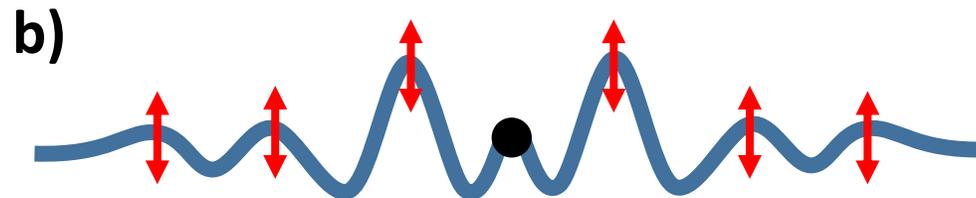
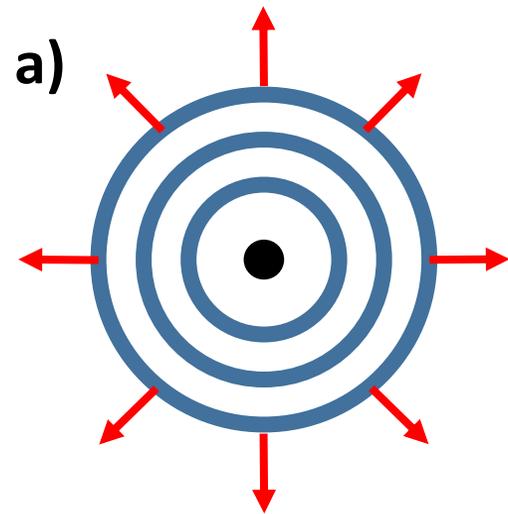
- a) weder Masse noch Energie.
- b) Energie, aber keine Masse.
- c) Masse, aber keine Energie.
- d) Masse und Energie.

b) Ist richtig, da die Zuschauer an ihrem Platz bleiben (es wird also keine Masse übertragen), aber trotzdem pflanzt sich die «positive Energie» der Laola fort! Im Prinzip geht es hier um «Information» und nicht Energie, aber die Frage ist eher als Merkhilfe gedacht.



## Frage 2

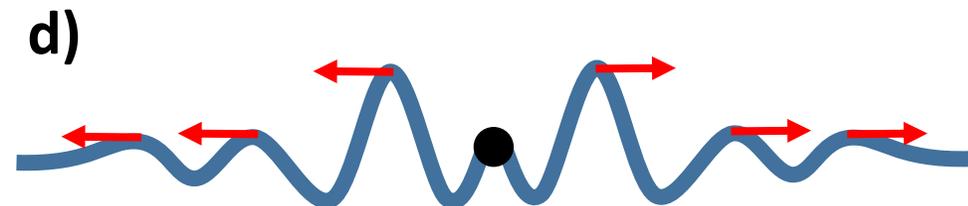
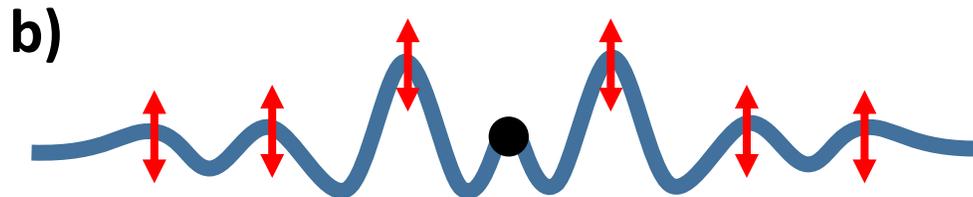
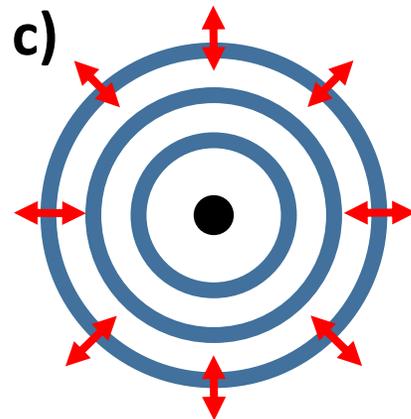
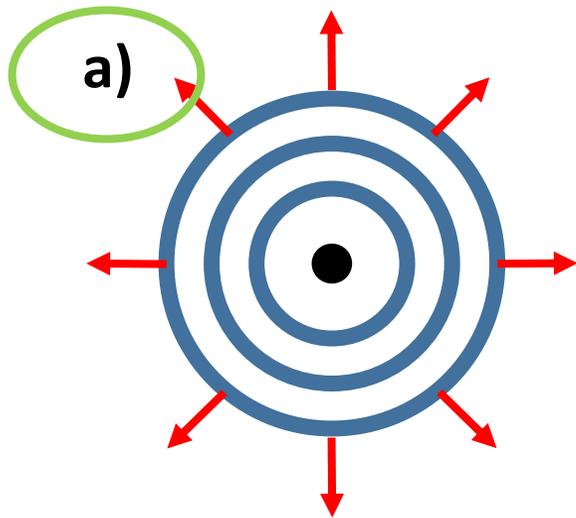
Ein Stein wird in den See geworfen und kreiert eine sphärische Wasserwelle an der Oberfläche. Welches Schema beschreibt am besten die «Phasenfronten» der Welle und deren Bewegungsrichtung?



# Frage 2

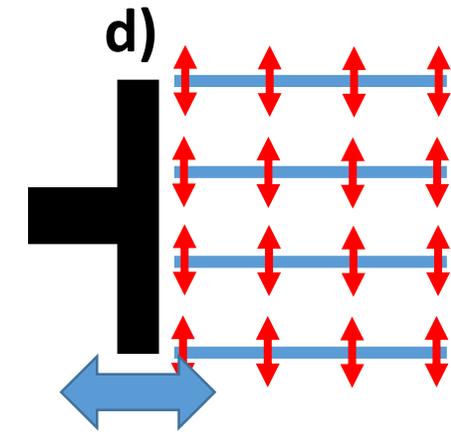
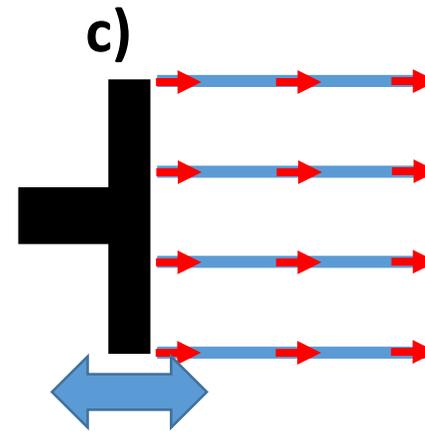
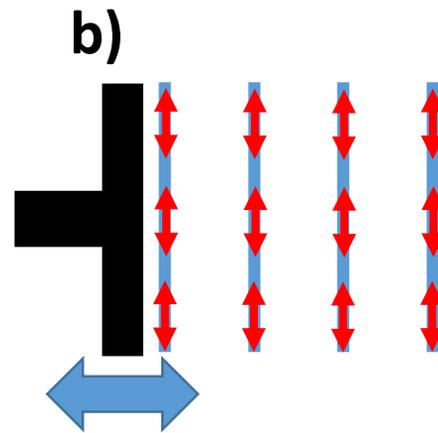
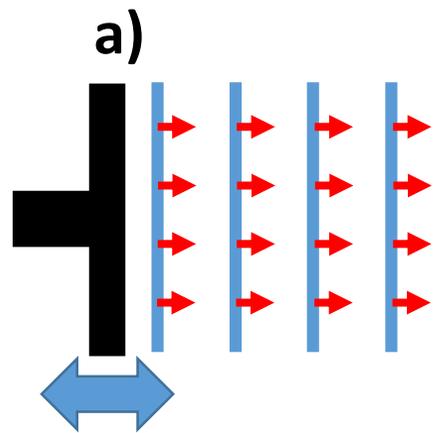
Phasenfronten bezeichnen die Punkte im Medium, welche die gleiche Phase im Schwingungszyklus haben. In diesem Fall handelt es sich um eine sphärische Welle. B) und d) zeigen die Welle im (Querschnitt) aber nicht die Phasenfronten. Die Bewegungsrichtung der Phasenfronten steht senkrecht auf den Phasenfronten und zeigt in Ausbreitungsrichtung der Welle → a)

Ein Stein wird in den See geworfen und kreiert eine sphärische Wasserwelle an der Oberfläche. Welches Schema beschreibt am besten die «Phasenfronten» der Welle und deren Bewegungsrichtung?



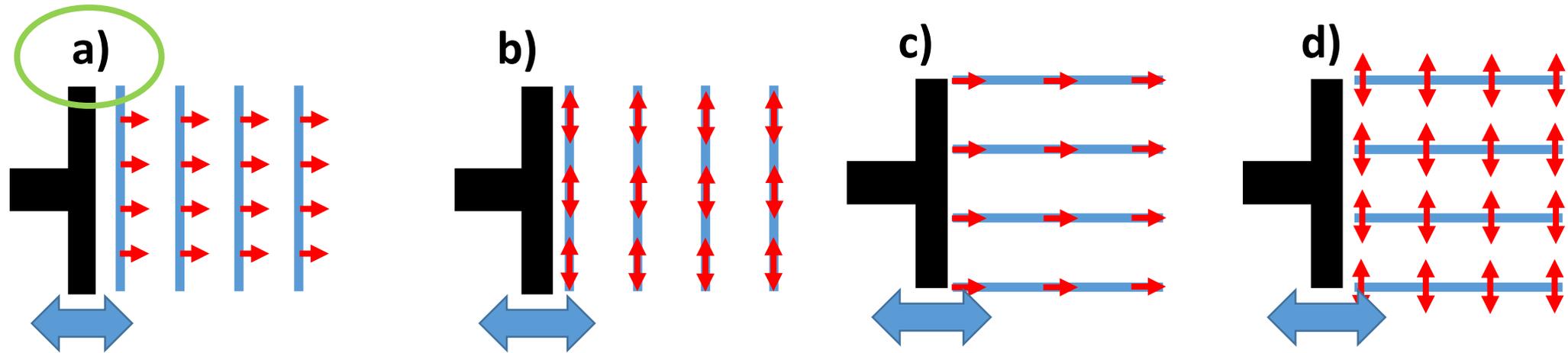
# Frage 3

In einem Wellenkanal wird künstlich eine Welle erzeugt, indem ein Schieber periodisch Wasser von links nach rechts drückt. Welches Schema beschreibt am besten die «Phasenfronten» der Welle und deren Bewegungsrichtung?



# Frage 3

In einem Wellenkanal wird künstlich eine Welle erzeugt, indem ein Schieber periodisch Wasser von links nach rechts drückt. Welches Schema beschreibt am besten die «Phasenfronten» der Welle und deren Bewegungsrichtung?

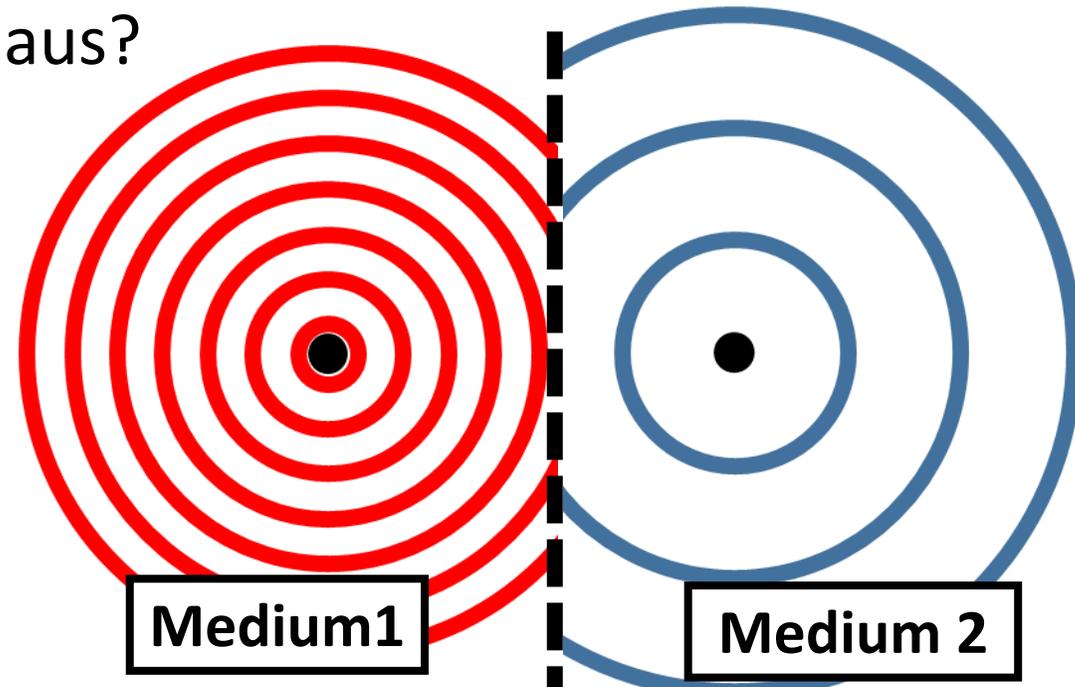


Phasenfronten bezeichnen die Punkte im Medium, welche die gleiche Phase im Schwingungszyklus haben. In diesem Fall handelt es sich um eine ebene Welle → a) oder b). Die Bewegungsrichtung der Phasenfronten ist immer senkrecht auf den Phasenfronten → a)

# Frage 4

Gezeigt sind die Phasenfronten von 2 verschiedenen Wellen welche jeweils in einem anderen Medium propagieren. In welchem Medium breitet sich die Welle schneller aus?

- a) 1.
- b) 2.
- c) Beide gleich.
- d) Kann man nicht sagen.



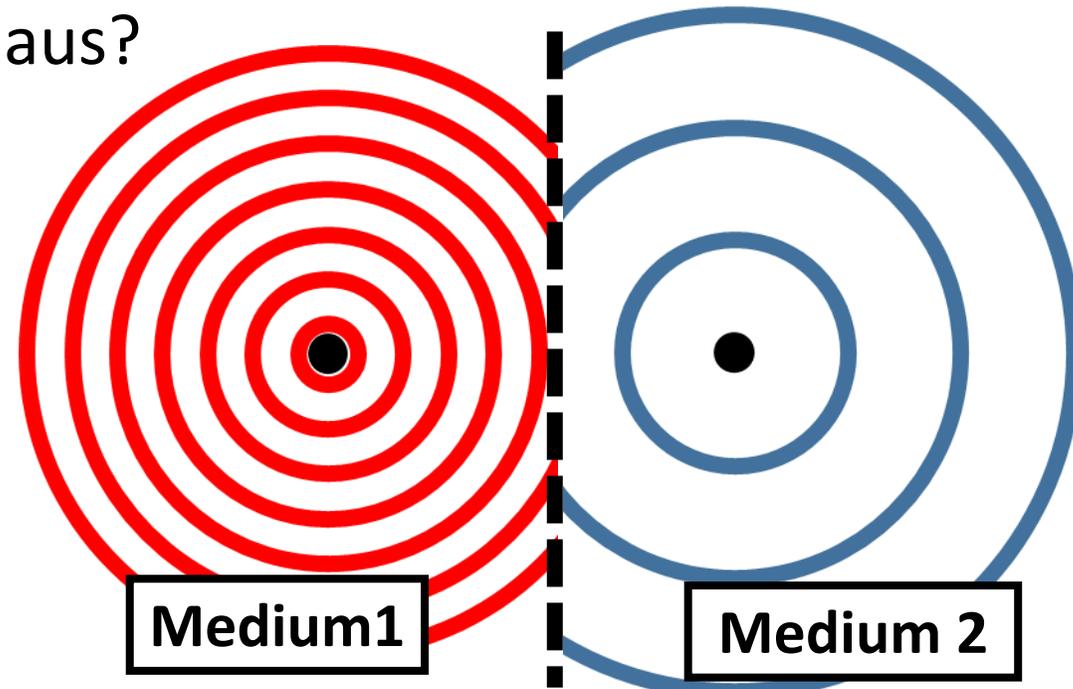
# Frage 4

Die Wellengleichung sagt:  $c = \lambda f$ . Die Phasenfronten zeigen an, dass  $\lambda_{Blau} > \lambda_{Rot}$ . Allerdings weiss man nichts über  $f_{Blau}$  oder  $f_{Rot}$ . Man kann also nichts über  $c_{Blau}$  oder  $c_{Rot}$  sagen  $\rightarrow$  d)

Gezeigt sind die Phasenfronten von 2 verschiedenen Wellen welche jeweils in einem anderen Medium propagieren. In welchem Medium breitet sich die Welle schneller aus?

- a) 1.
- b) 2.
- c) Beide gleich.

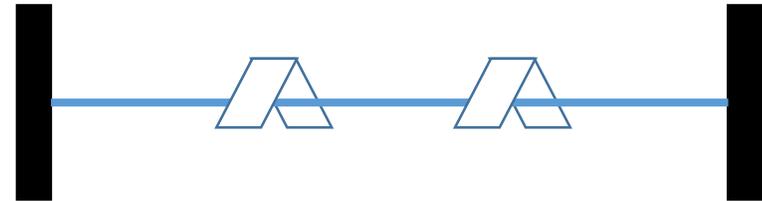
d) Kann man nicht sagen.



# Frage 5

Ein Seil der Länge  $l$  ist fest eingespannt. Es werden zwei Papier-Hütchen auf dem Seil an den Stellen  $\frac{1}{3}l$  und  $\frac{2}{3}l$  platziert. Nun wird das Seil angetrieben, sodass eine stehende Welle entsteht. Wie gross muss die Wellenlänge der stehenden Welle sein, damit die Hütchen auf dem Seil liegen bleiben können?

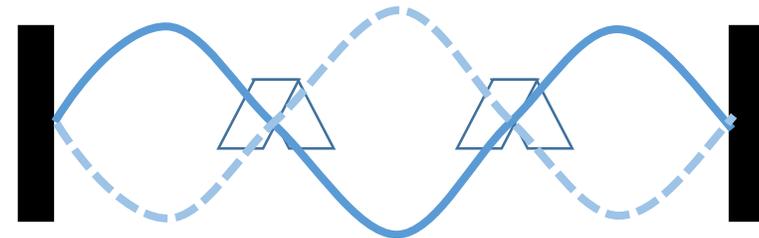
- a)  $l/3$
- b)  $2l/3$
- c)  $l$
- d)  $4l/3$



# Frage 5

Ein Seil der Länge  $l$  ist fest eingespannt. Es werden zwei Papier-Hütchen auf dem Seil an den Stellen  $\frac{1}{3}l$  und  $\frac{2}{3}l$  platziert. Nun wird das Seil angetrieben, sodass eine stehende Welle entsteht. Wie gross muss die Wellenlänge der stehenden Welle sein, damit die Hütchen auf dem Seil liegen bleiben können?

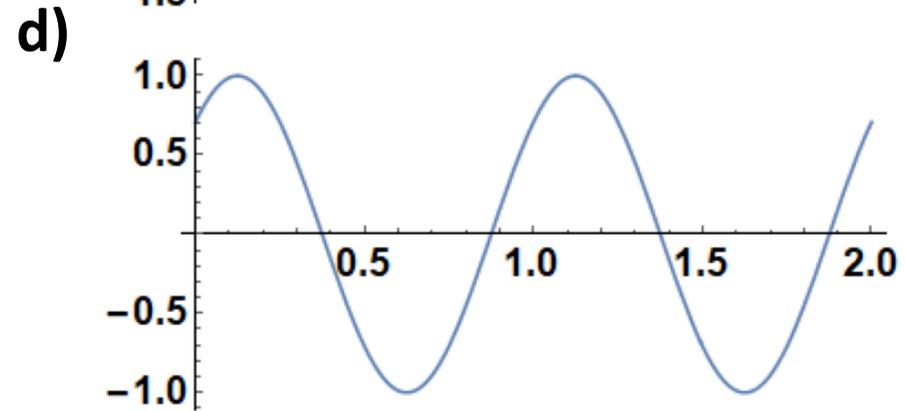
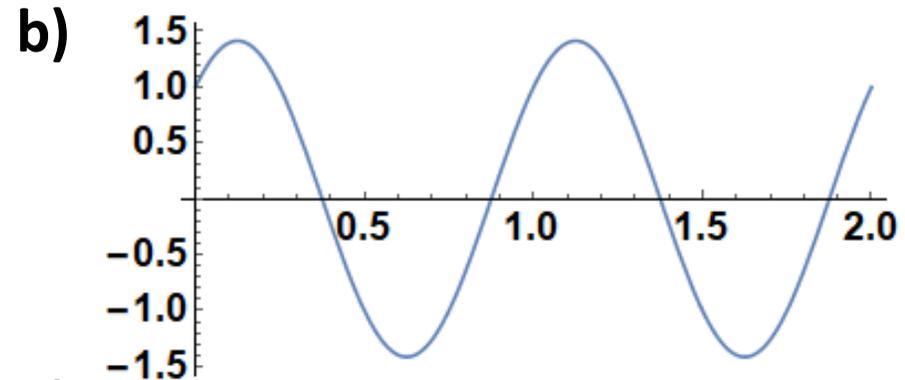
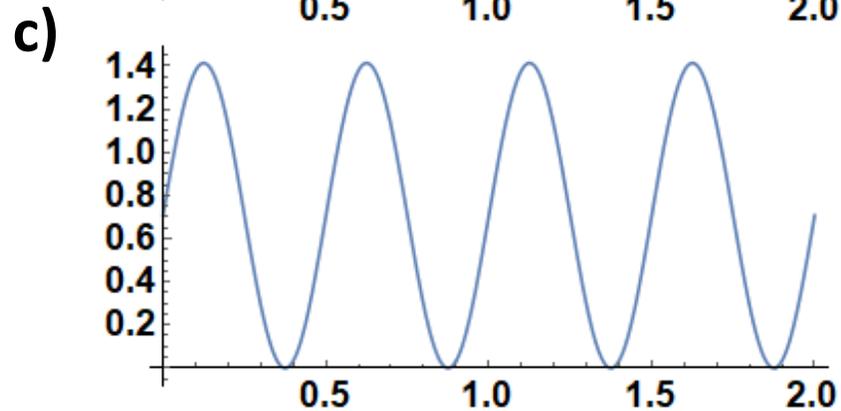
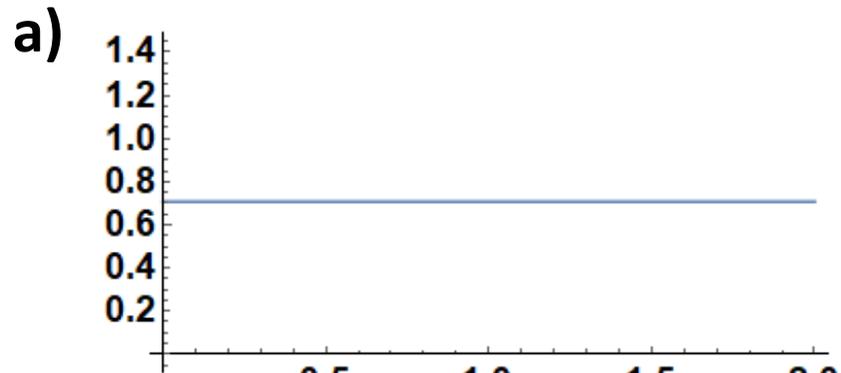
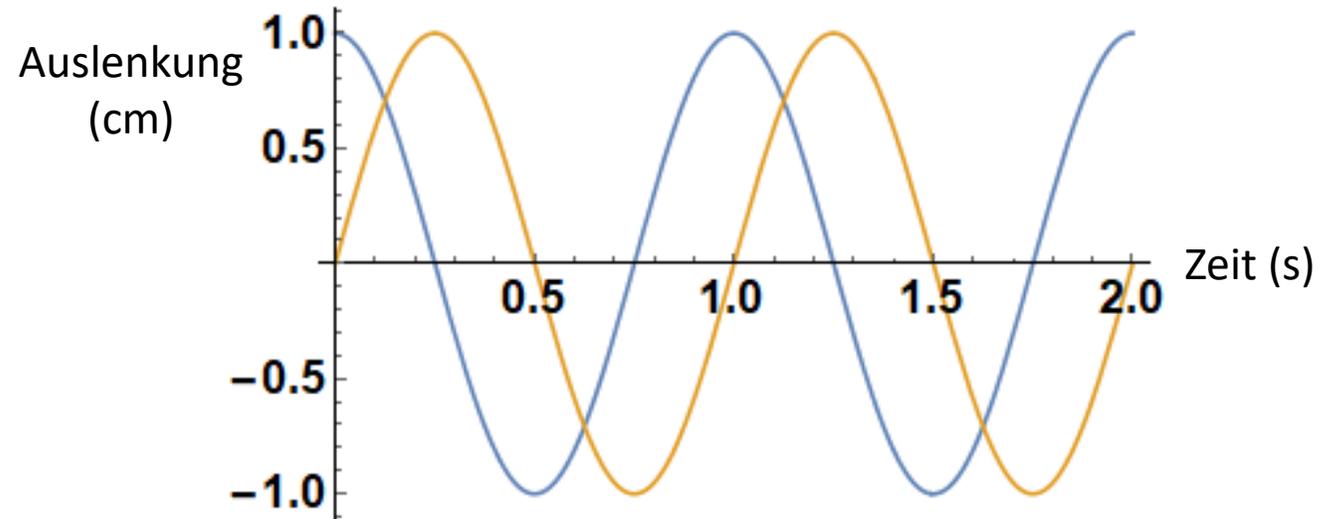
- a)  $l/3$
- b)  $2l/3$**
- c)  $l$
- d)  $4l/3$



Stehende Welle mit Knotenpunkten an  $l/3$  und  $2l/3$   
 $\rightarrow \frac{\lambda}{2} = l/3 \rightarrow \lambda = \frac{2}{3}l$

# Frage 6

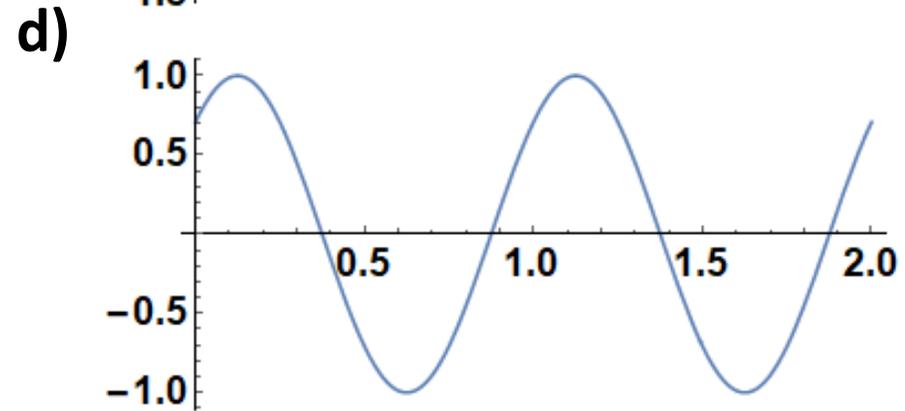
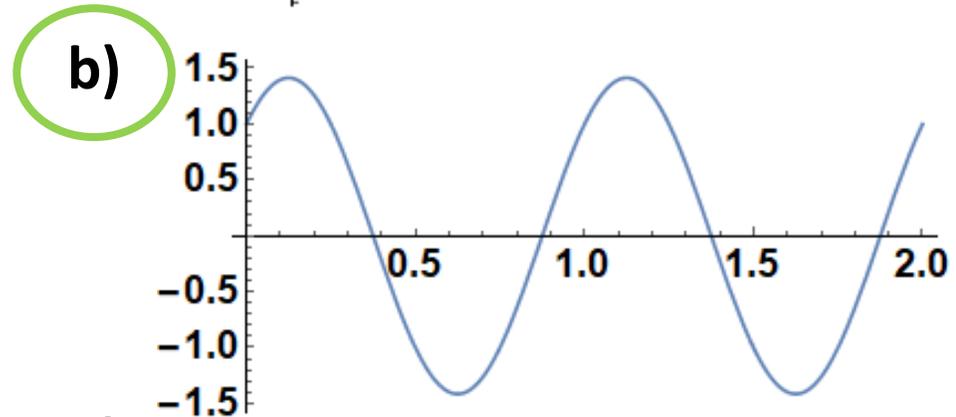
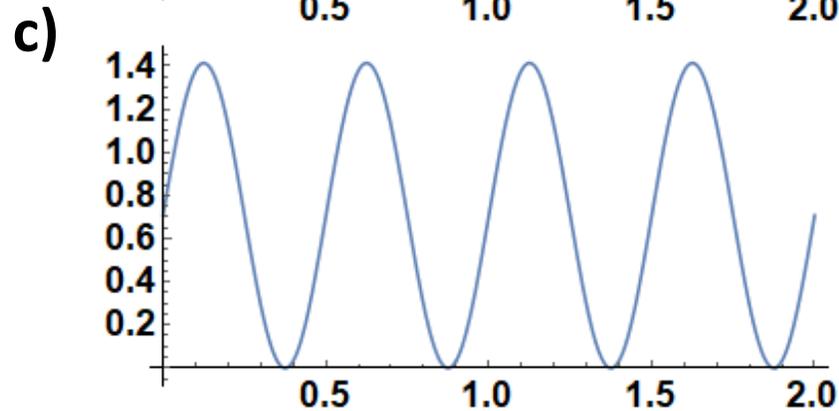
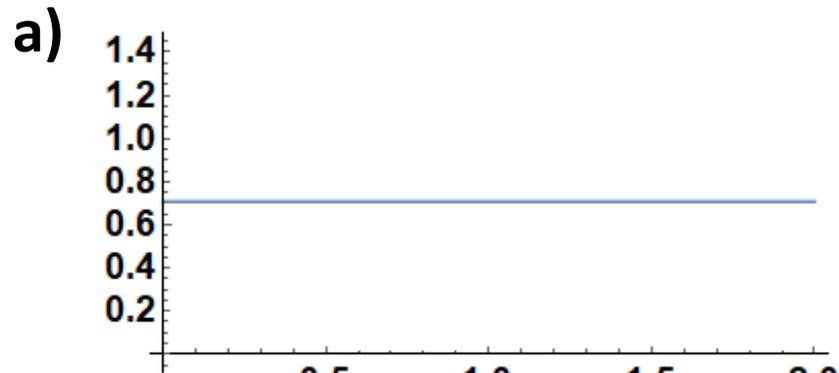
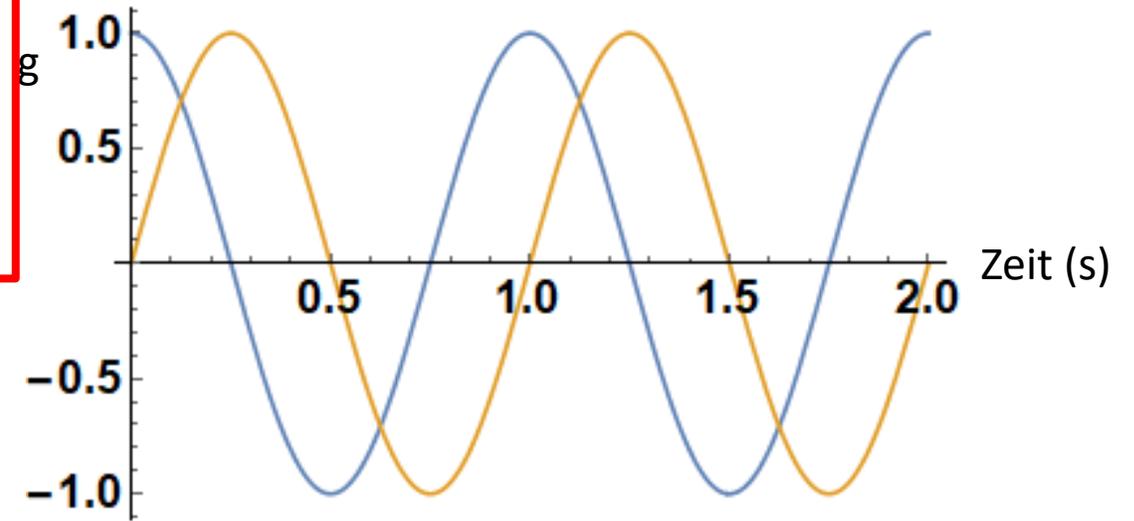
Wie sieht die Interferenz der gezeigten Wellen aus?



# Frage 6

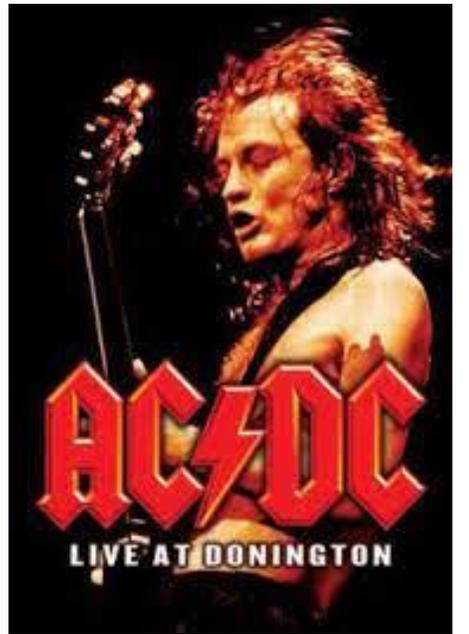
a) & c) falsch, weil bei  $t=0.2$  beide Kurven  $> 0$  und bei  $t=0.6$  beide Kurven  $< 0$ .  
→ Interferenz muss Vorzeichen wechseln.  
d) nein, weil bei maximaler Interferenz  $\approx 0.7 + 0.7 = 1.4$  gilt, d.h. die Interferenz ist nicht auf  $\pm 1$  limitiert.

Wie sieht die Interferenz der gezeigten Wellen aus?

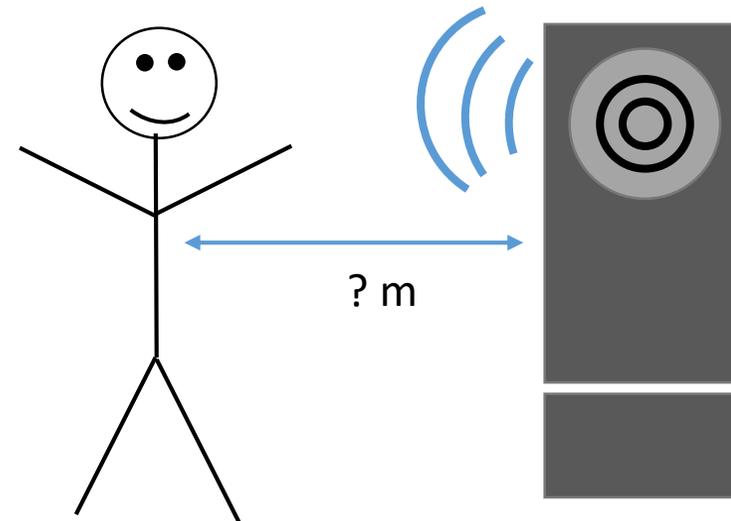
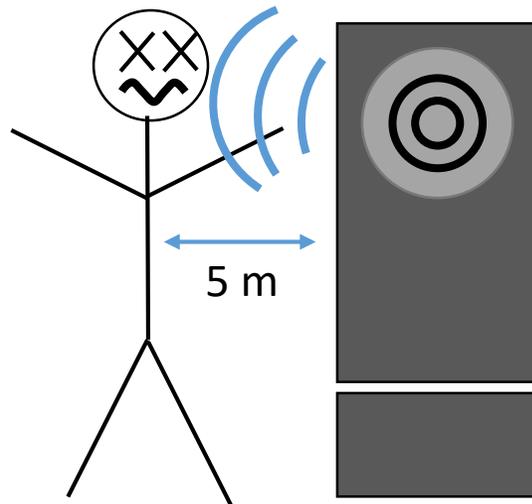


# Frage 7

AC/DC hört man am Besten laut. Man kann es aber auch übertreiben. Wenn es mir bei 5 m Abstand zu laut wird und ich die Lautstärke ungefähr halbieren möchte, in welchem Abstand muss ich dann stehen?

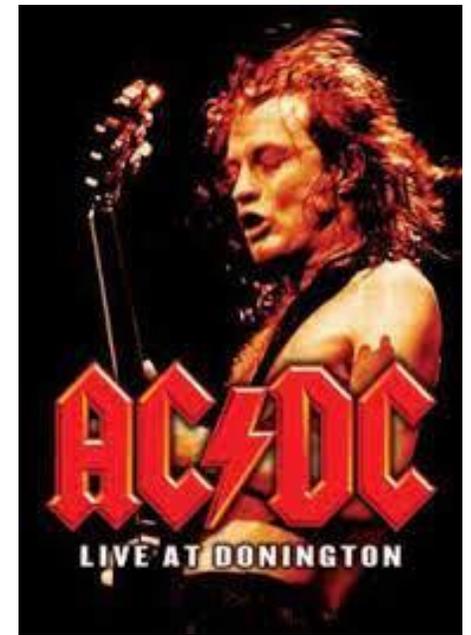


- a)  $\approx 7$  m
- b)  $\approx 10$  m
- c)  $\approx 17$  m
- d)  $\approx 25$  m

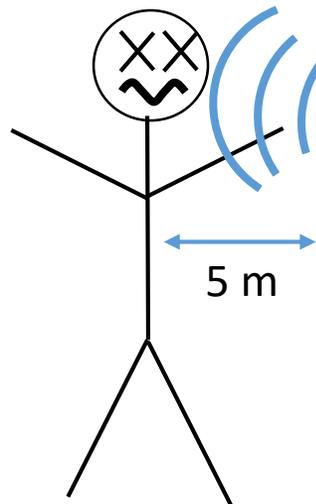


# Frage 7

AC/DC hört man am Besten laut. Man kann es aber auch übertreiben. Wenn es mir bei 5 m Abstand zu laut wird und ich die Lautstärke ungefähr halbieren möchte, in welchem Abstand muss ich dann stehen?



- a)  $\approx 7$  m
- b)  $\approx 10$  m
- c)  $\approx 17$  m
- d)  $\approx 25$  m



Die Schallintensität ist  $I \propto \frac{1}{r^2}$

$$\frac{I_{\text{laut}}}{I_{\text{leise}}} = 2 \rightarrow \frac{\frac{1}{r_{\text{laut}}^2}}{\frac{1}{r_{\text{leise}}^2}} = 2 \rightarrow r_{\text{leise}} = \sqrt{2}r_{\text{laut}}$$

→ a)

# Frage 8

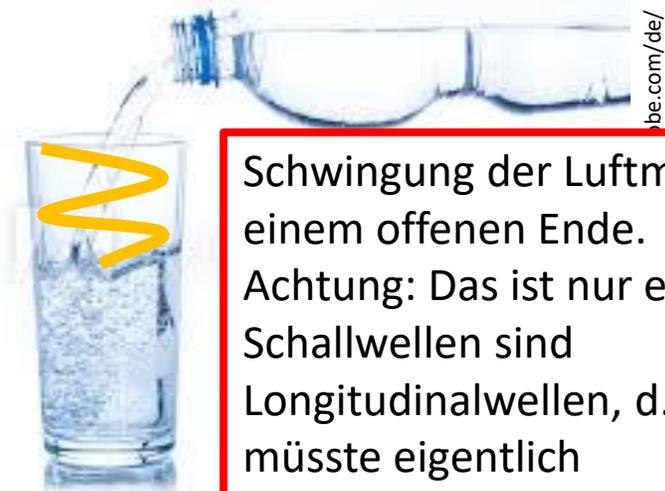


Wenn man Wasser in ein Glas eingiesst, wird der «gluggernde» Ton höher, je voller das Glas wird. Woran liegt das?

- a) Die schwingende Luftsäule im Glas über dem Wasser macht den Ton. Da diese immer kürzer wird, wird der Ton höher.
- b) Die schwingende Masse Glas+Wasser macht den Ton. Da diese immer grösser wird, wird der Ton höher.
- c) Der schwingende Wasserstrahl macht den Ton. Da dieser immer kürzer wird, wird der Ton höher.
- d) Das Wasser regt immer mehr Obertöne im Glas+Wasser an. Da diese immer höher werden, wird der Ton höher.

## Frage 8

- b) falsch: wenn die Masse grösser wird, müsste die Schwingungsfrequenz tiefer werden.
- c) falsch: Dann müsste jeder Wasserstrahl welcher auf eine Oberfläche trifft so eine Art Ton erzeugen.
- d) falsch: die Obertöne verändern die Klangfarbe, nicht die Tonhöhe.



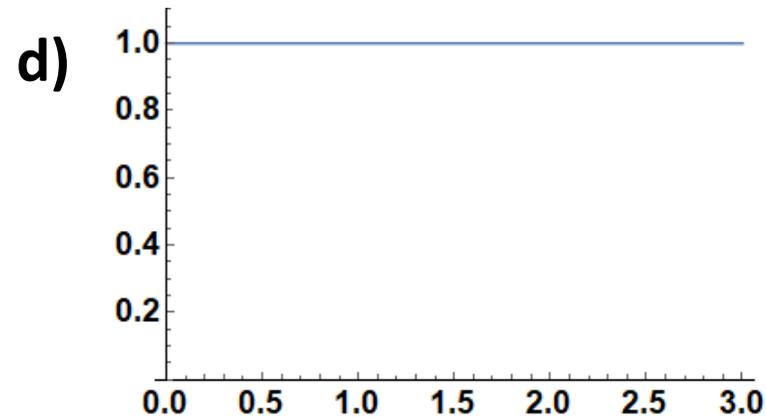
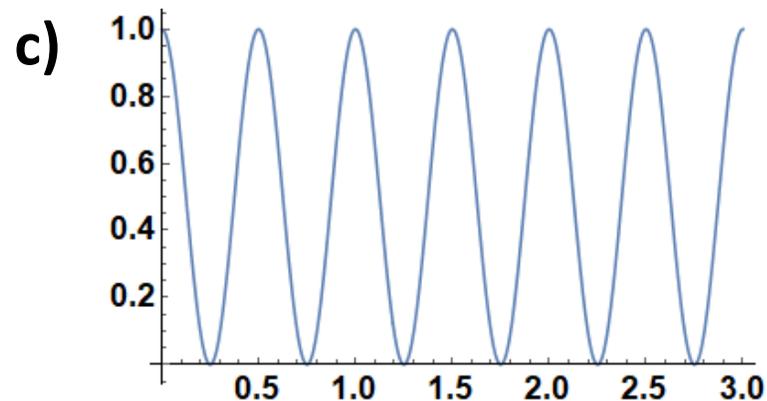
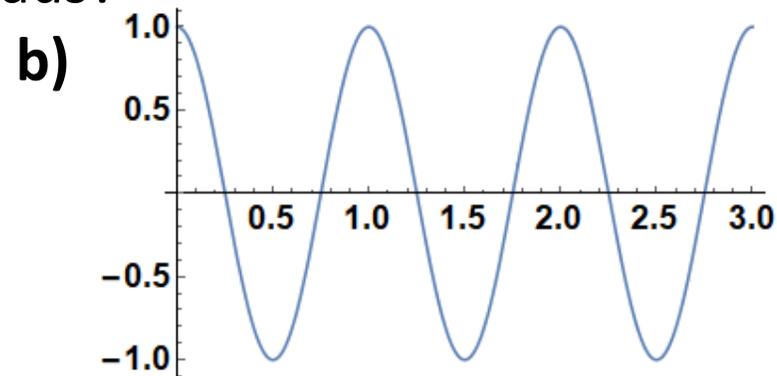
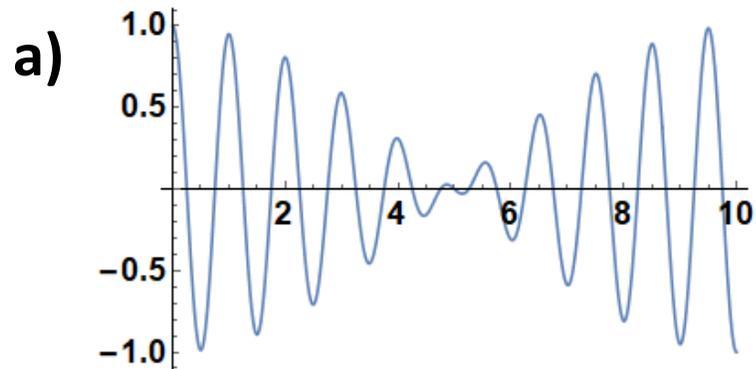
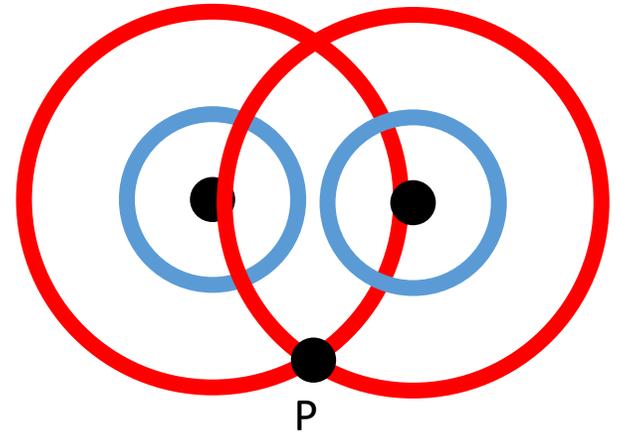
Schwingung der Luftmoleküle mit einem offenen Ende.  
Achtung: Das ist nur eine Skizze!  
Schallwellen sind Longitudinalwellen, d.h. man müsste eigentlich Dichteunterschiede zeichnen!

Wenn man Wasser in ein Glas eingiesst wird (voller das Glas wird. Woran liegt das?

- a) Die schwingende Luftsäule im Glas über dem Wasser macht den Ton. Da diese immer kürzer wird, wird der Ton höher.
- b) Die schwingende Masse Glas+Wasser macht den Ton. Da diese immer grösser wird, wird der Ton höher.
- c) Der schwingende Wasserstrahl macht den Ton. Da dieser immer kürzer wird, wird der Ton höher.
- d) Das Wasser regt immer mehr Obertöne im Glas+Wasser an. Da diese immer höher werden, wird der Ton höher.

# Frage 9

Zwei Wellen haben beide die gleiche  $\lambda$  und  $f$  und interferieren konstruktiv am Punkt P. Wie sieht die zeitliche Entwicklung der Auslenkung ungefähr aus?



# Frage 9

- b) falsch:  $\lambda$  und  $f$  sind gleich es gibt also keine Schwebung.
- c) falsch: Das könnte die Intensität sein, aber nicht die Amplitude, da es keine negativen Werte gibt.
- d) falsch: nur weil die Wellen konstruktiv interferieren, heisst es nicht, dass die Amplitude konstant = 1 bleibt.

Zwei Wellen haben beide die gleiche  $\lambda$  und  $f$  und interferieren konstruktiv am Punkt P. Wie sieht die zeitliche Entwicklung der Auslenkung ungefähr aus?

