

Mechanische Wellen



Beispiele für mechanische Wellen:



Erdbebenwelle



Wasserwelle

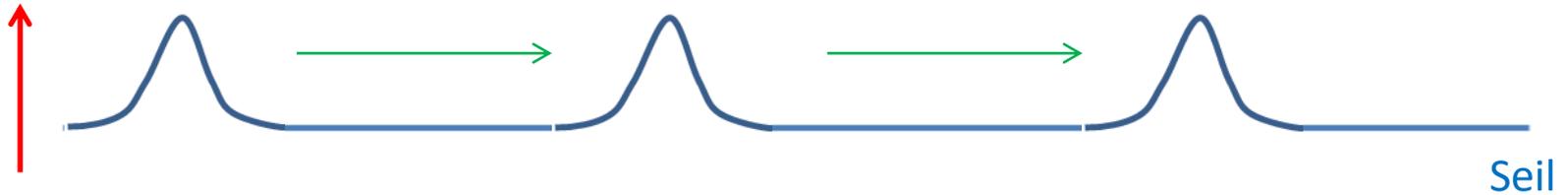


Schallwelle



Seilwelle

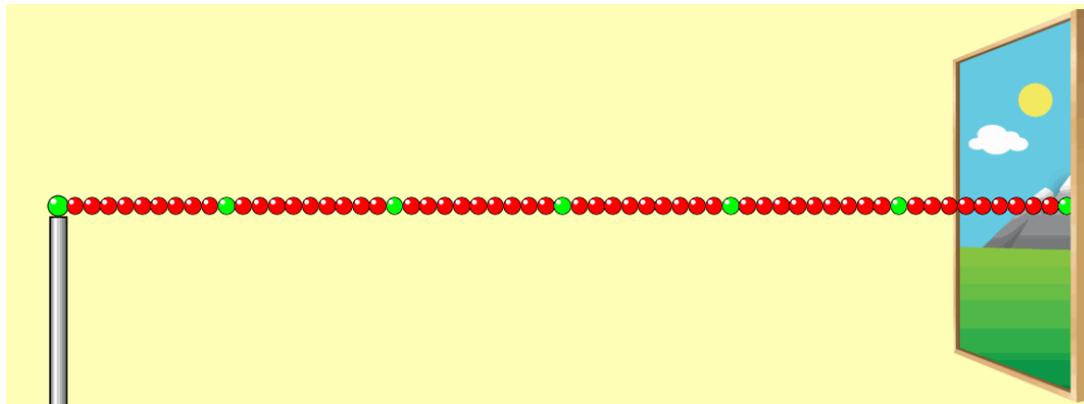
Wellenbegriff:



Auslenkung/
Störung

... die Störung (Auslenkung) wandert das Seil entlang ...

→ Eine sich ausbreitende Störung kann als Welle bezeichnet werden

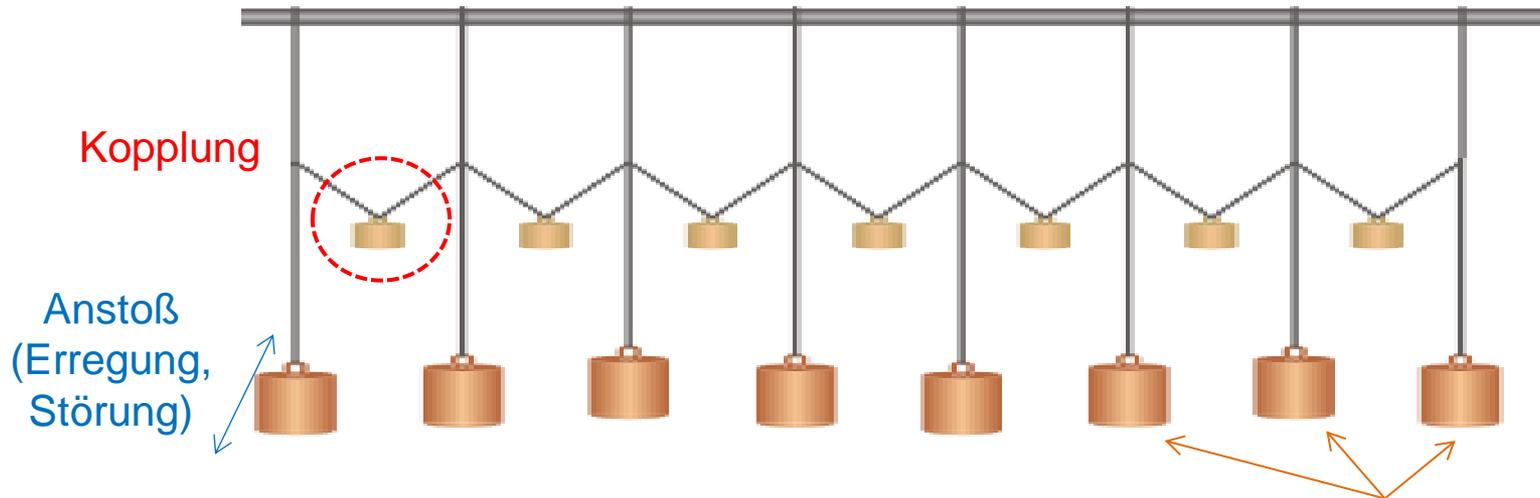


Erfolgt die Auslenkung (Störung) periodisch durch eine harmonische Schwingung, so entsteht eine **harmonische Welle**.

Eine Welle beschreibt eine sich im Raum ausbreitende Schwingung.

► fortschreitende Welle

Entstehung einer Welle (Voraussetzungen):

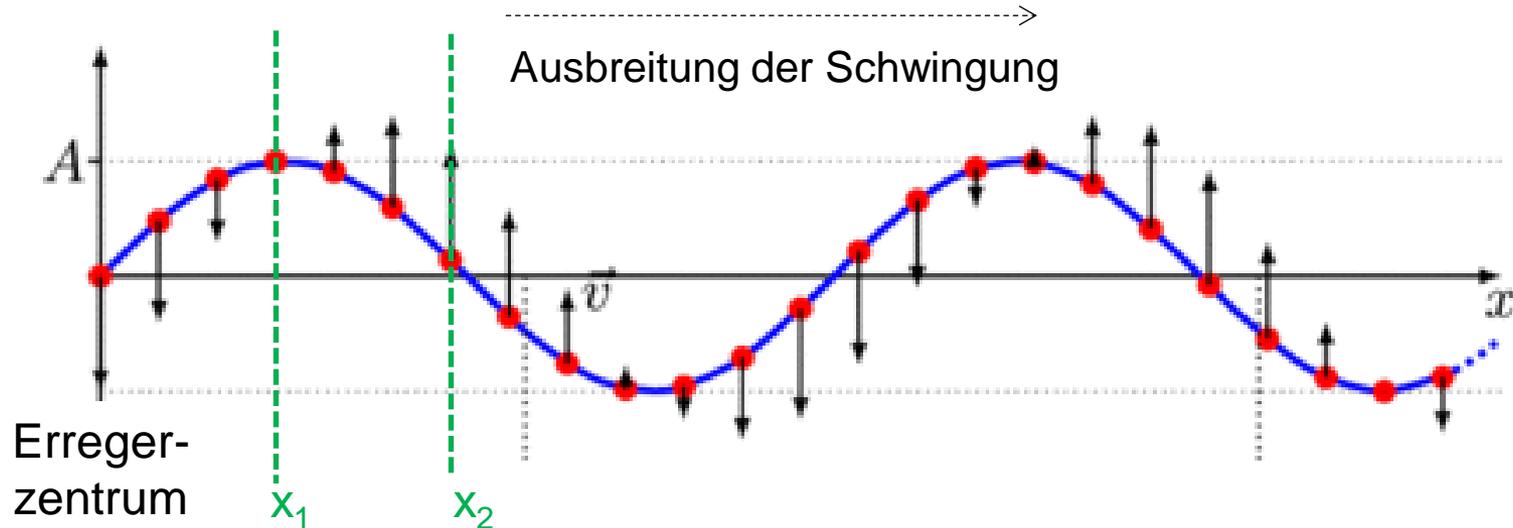


- (1) Vorhandensein (vieler) schwingungsfähiger Körper (**Schwinger**)
- (2) **Kopplung** zwischen den Schwingern
- (3) **Anregung eines Schwingers**
(Energiezufuhr - Auslenkung aus der Gleichgewichtslage)
⇒ *Folge von erzwungenen Schwingungen*

Den Ausgangspunkt einer Welle (Anstoß) nennt man das **Erregerzentrum**.

Schwingungsfähige Teilchen und ihre Kopplung bilden den **Wellenträger**.

Merkmale einer Welle:



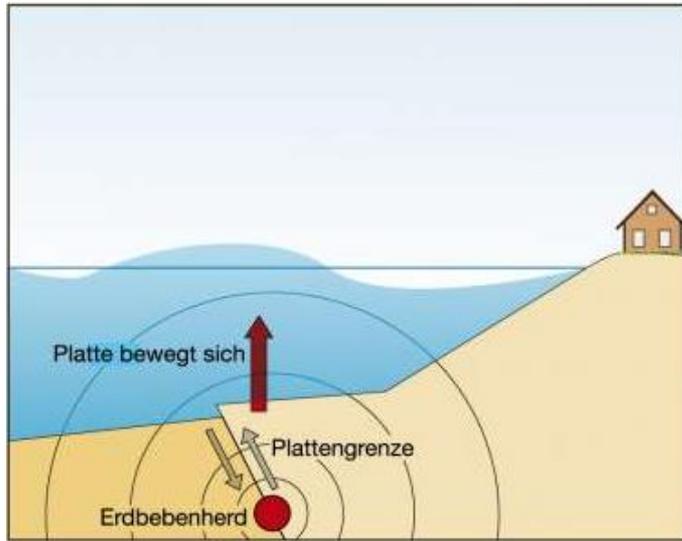
Jeder Schwinger • bewegt sich an einem festen Ort periodisch um seine Gleichgewichtslage.

Schwinger an verschiedenen Orten befinden sich in unterschiedlichen Schwingungszuständen.

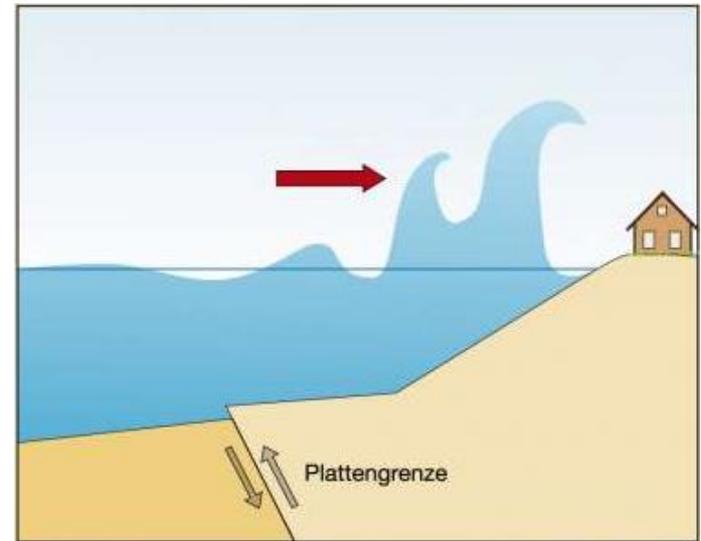
Der Schwingungszustand (Energie) wird jeweils auf den nächsten Schwinger übertragen.

Bei einer mechanischen Welle wird Energie übertragen, aber kein Stoff transportiert.

Energieübertragung bei einer Welle (*Tsunami*):



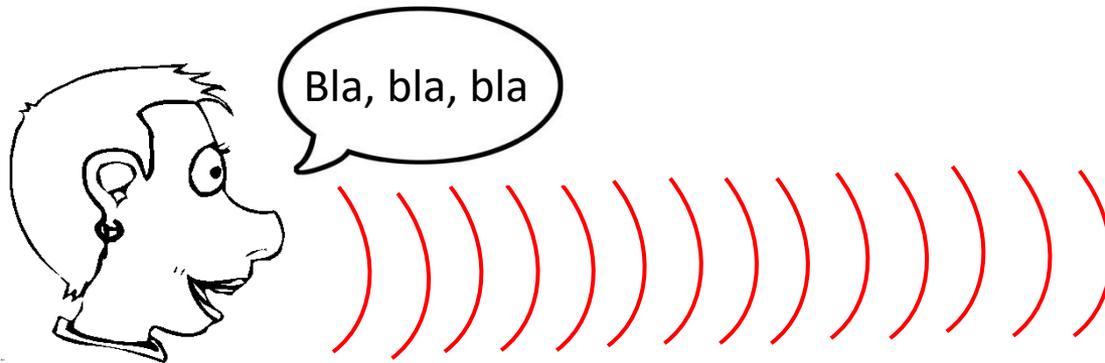
Erzeugung einer Störung (Beben)



Energieübertragung durch Welle



Informationsübertragung mittels (Schall)-Wellen:

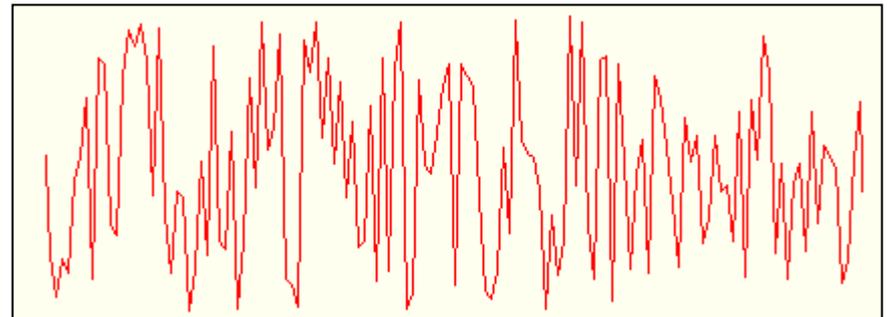


Die Stimmbänder erzeugen eine mechanische Schwingung

Die Kopplungskräfte zwischen den Luftteilchen (**Kohäsionskräfte**) leiten den Schwingungszustand als Welle weiter

Im Ohr wird durch eine erzwungene Schwingung des Trommelfells die Schwingung wahrgenommen

Bei der Informationsübertragung (durch Sprache) ändern sich Frequenz (Tonhöhe) und Amplitude (Lautstärke) der Schwingungen.



Einteilung mechanischer Wellen:

(1) nach der ihrer Ausbreitungsrichtung

Lineare Wellen:

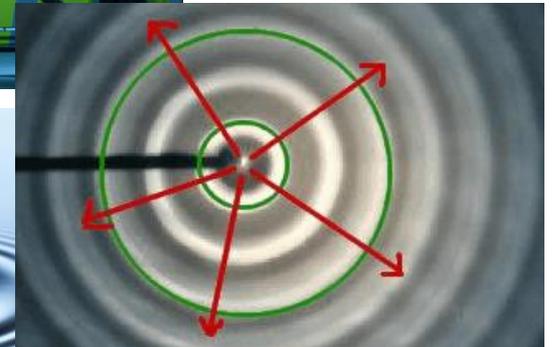
Welle breitet sich genau in eine Richtung längs des Wellenträgers aus.



Ebene Wellen:

Welle breitet sich in einer Ebene aus.

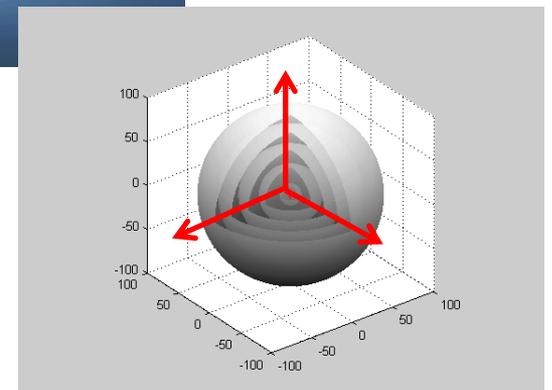
z.B. Kreiswelle



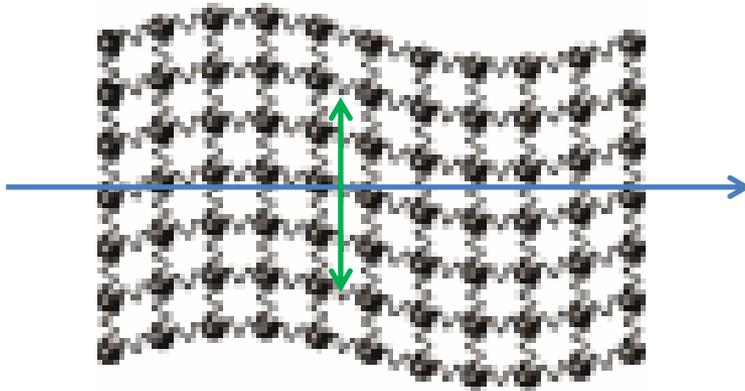
Raumwellen:

Welle breitet sich allseitig (dreidimensional) im Raum aus.

z.B. Kugelwelle



(2) nach der Schwingungsrichtung der Teilchen:

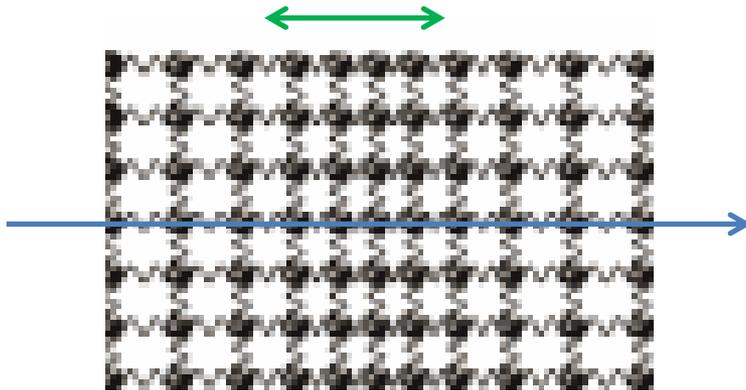


Schwingungsrichtung
Ausbreitungsrichtung

Querwellen:

Teilchen schwingen quer
zur Ausbreitungsrichtung.

⇒ **Transversalwellen**



Längswellen:

Teilchen schwingen längs
zur Ausbreitungsrichtung.

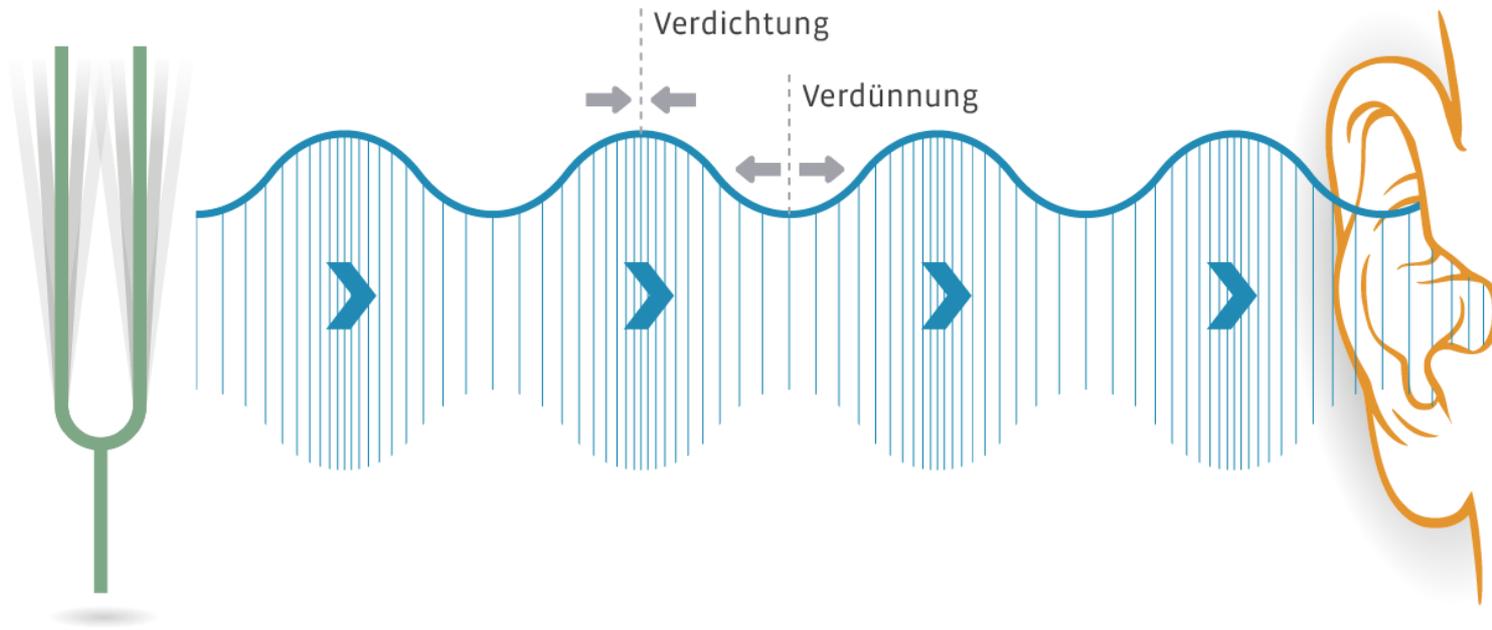
⇒ **Longitudinalwellen**

Schallwellen:

Schallquelle
Stimmgabel

Schallübertragung
Luft

Schallempfang
Trommelfell



Schallwellen sind Longitudinalwellen.

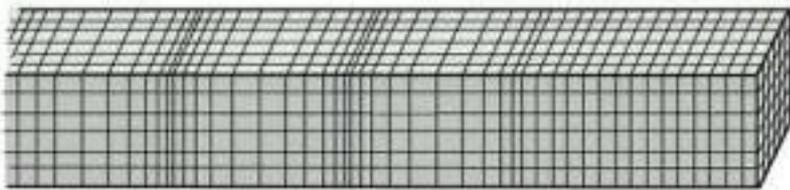
Die Schwingungen breiten sich als Druckveränderungen (Druckwellen) durch Verdichtung der Luft in Ausbreitungsrichtung aus.

Erdbebenwellen/Seismische Wellen: *seismos (grch.) = Erschütterung*

Erdbebenwellen breiten sich in alle Richtungen im Erdinneren (**Raumwelle**) und auf der Erdoberfläche (**Oberflächenwelle**) aus.

Primärwelle (P-Welle)

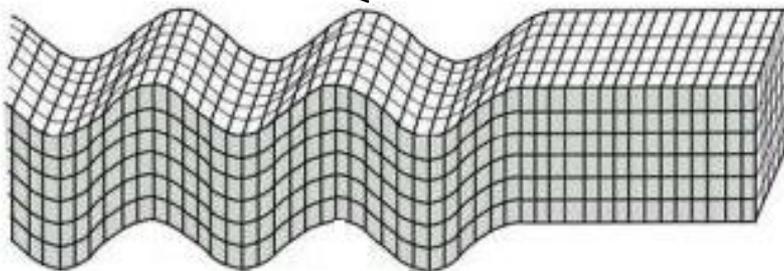
Verdichtung (Longitudinalwelle)



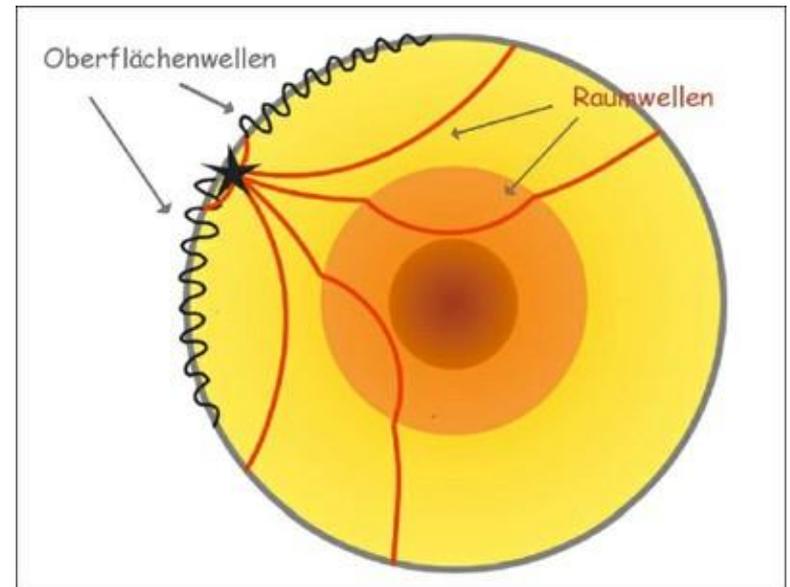
$v \approx 5\text{km/s}$

Sekundärwelle (S-Welle)

Querauslenkung (Transversalwelle)

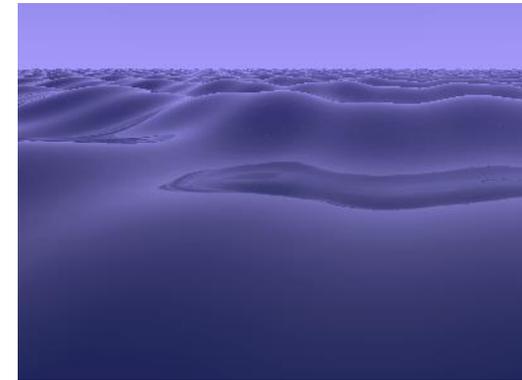
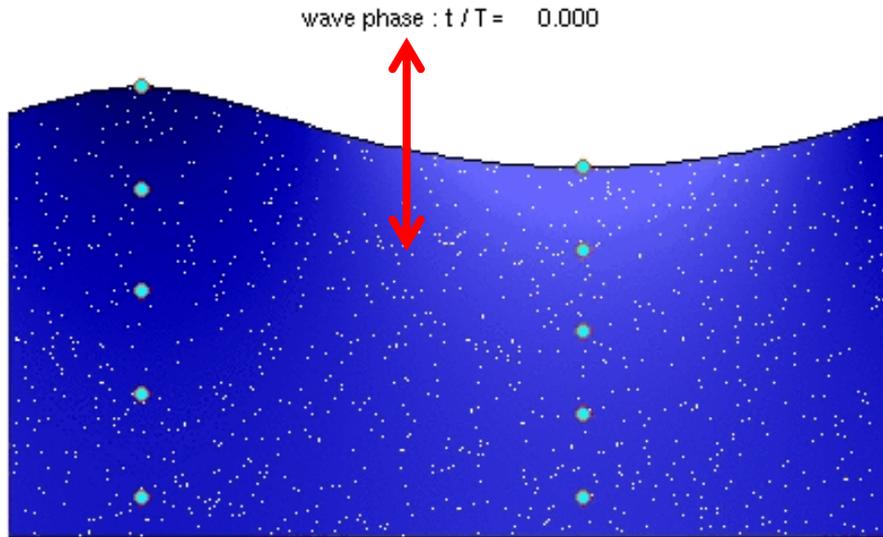


$v \approx 2\text{km/s}$



Der Laufzeitunterschied zwischen P- und S-Wellen ermöglicht die Bestimmung des Epizentrums.

Wasserwellen:



Die Wasserteilchen führen kreisende Bewegungen aus

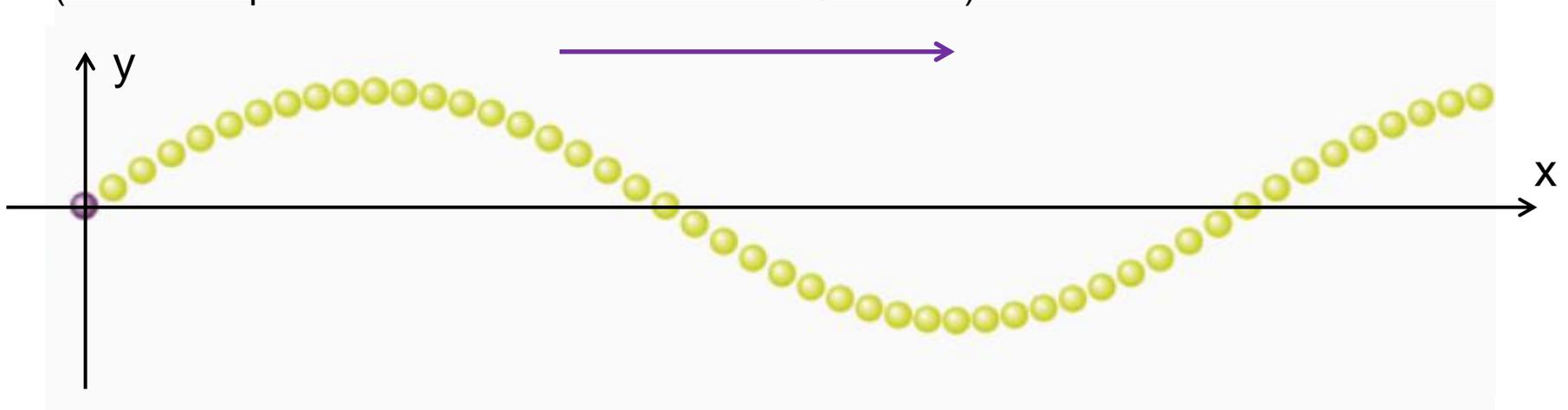
An der Oberfläche ist die Wasserwelle als Transversalwelle sichtbar.



In tieferen Wasserschichten erfolgt die Ausbreitung als Longitudinalwelle.

Räumliche Verteilung der Schwingungszustände

(... am Beispiel einer harmonischen linearen Querwelle)



Der Schwingungszustand breitet sich längs des Wellenträgers in Richtung der x-Achse aus.

„Anhalten der Welle“ (t=konstant)

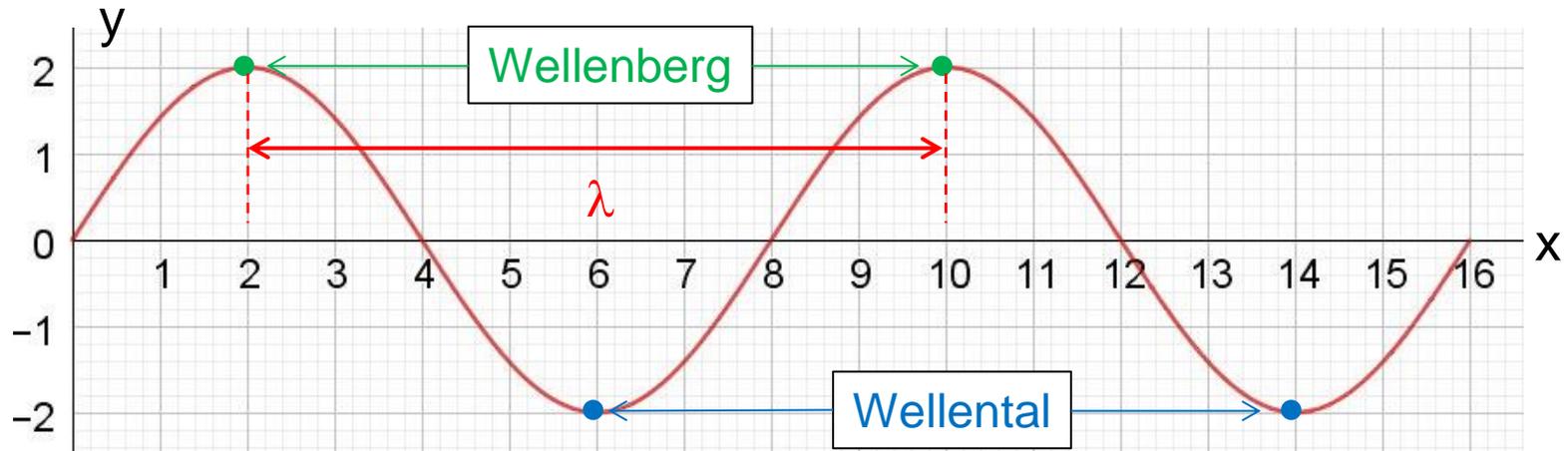


Momentaufnahme

→ *Zu einer Zeit t =konstant befinden sich die einzelnen Schwinger des Wellenträgers in unterschiedlichen Schwingungszuständen.*

Die Auslenkung y der Schwinger an verschiedenen Orten x zu einer festen Zeit (t =konstant) wird als **Wellenbild** bezeichnet.

Das Wellenbild:



Einzelne Schwinger an verschiedenen Orten befinden sich im gleichen Schwingungszustand.

- Schwinger mit maximaler (pos.) Auslenkung beschreiben einen **Wellenberg**.
- Schwinger mit maximaler (neg.) Auslenkung beschreiben ein **Wellental**.

Den minimalen räumlichen Abstand zweier Schwinger im gleichen Schwingungszustand in Ausbreitungsrichtung nennt man **Wellenlänge**.

Formelzeichen: λ

Einheit: $[\lambda] = 1\text{m}$

Das Wellenbild kann mit einer periodischen Funktion $y=f(x)$ beschrieben werden.

Welle oder nicht?



Lockenwelle



La Ola-Welle

