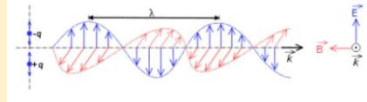

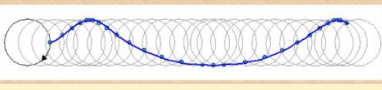


Reflexion von Wellen

Ein Handout von Carolin Wabnitz

a) Wir unterteilen Wellen nach der Richtung, in der sich die Teilchen im Medium bewegen, in:

Transversal- bzw. Querwellen	Longitudinal- bzw. Längswellen	Wasserwellen
		
<p>Quelle: https://deacademic.com/dic.nsf/dewiki/1408731</p>	<p>Quelle: http://www.chemgapedia.de/vsengine/glossary/de/longitudinalwelle.glos.html</p>	<p>Quelle: http://www.dieterheidorn.de/Physik/SS/K03_Wellen/Wasserwellen/Wasserwellen.html</p>
<p>» Die Teilchen schwingen senkrecht zur Ausbreitungsrichtung</p>	<p>» Die Teilchen schwingen parallel zur Ausbreitungsrichtung</p>	<p>» Die Wasserteilchen bewegen sich auf Kreisen in Ausbreitungsrichtung</p>

b) Wir unterteilen Wellen nach der Art, wie sie sich im Raum ausbreiten, in:

Kreis bzw. Kugelwellen: entstehen beispielsweise, wenn man einen Stein ins Wasser wirft.

Ebene Wellen: entstehen beispielsweise, wenn man eine Wasseroberfläche mit einem Lineal stört.

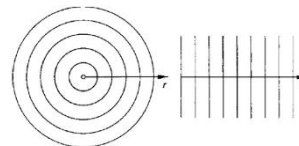
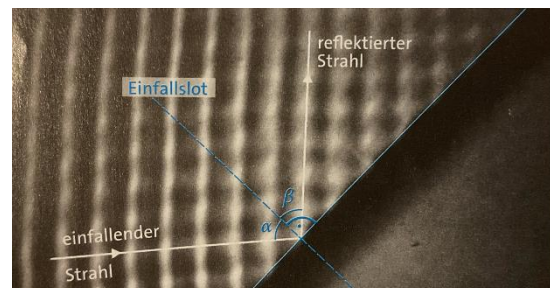
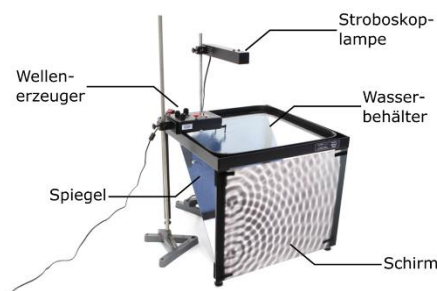


Abb. 5.51 Wellenflächen einer Kugelwelle und einer ebenen Welle

Bild-Quelle: <http://home.edvz.fh-osnabrueck.de/~ludemann/tmp/Physik/wellen/wellen.html>

Allgemeine Definition „Reflexion von Wellen“: Wellen können an der Trennfläche zwischen Medien in das ursprüngliche Ausbreitungsmedium zurückgeworfen werden. Dieses Wellenphänomen nennen wir Reflexion.

Aufnahme an der Wellenwanne:

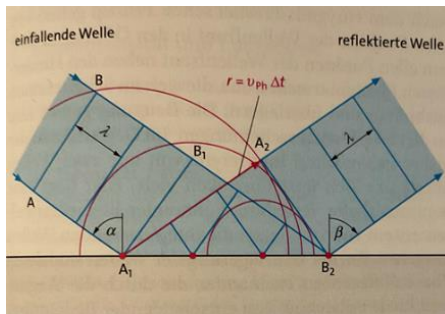


Reflexionsgesetz: Einfallswinkel α und Reflexionswinkel β sind gleich groß.

Zum Versuch: Eine gerade Welle läuft gegen ein schräg in die Wellenwanne gestelltes gerades Hindernis. Die reflektierten Wellenfronten schließen mit dem Hindernis ein, wie die ankommenden Wellen.

Bild-Quelle Wellenwanne: <https://www.leifiphysik.de/mechanik/mechanische-wellen/versuche/wellenwanne>

Erklärung anhand Huygens:



Definition: „Jeder Punkt einer Wellenfront, kann als Ausgangspunkt einer neuen Elementarwelle betrachtet werden, die sich mit gleicher Phasenlage und Frequenz wie die ursprüngliche Welle ausbreitet. Die Einhüllende aller Elementarwellen ergibt die neue Wellenfront.“

→ Die gerade Wellenfront AB trifft in der Stellung A_1B_1 im Punkt A_1 auf die ebene reflektierende Grenzfläche.

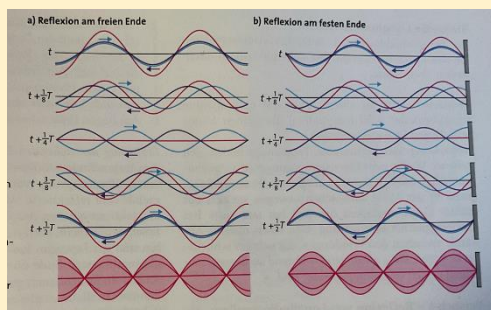
Während die Welle vom Punkt $B_1B_2 = v_{ph}\Delta t$ durchläuft und in B_2 ebenfalls die reflektierende Fläche erreicht, breitet sich mit gleicher Geschwindigkeit um A_1 eine Elementarwelle vom Radius $r = v_{ph}\Delta t = A_1A_2$ aus.

→ Die Tangente von B_2 an diesem Kreis ergibt als Einhüllende der von A_1 und B_2 ausgehenden Elementarwellen die reflektierende Wellenfront A_2B_2 . Der Einfallswinkel α und Ausfallwinkel β finden sich in den Dreiecken $A_1B_1B_2$ und $A_1A_2B_2$. Aus der Kongruenz der Dreiecke ergibt sich das obige Reflexionsgesetz.

Anwendungsbereiche „Reflexion von Wellen“: z.B. Echolot (zum Orten von Fischschwärmen), Fledermäuse nutzen sie zur Orientierung, Sonographie (zum Beispiel zur Schwangerschaftsvorsorge).

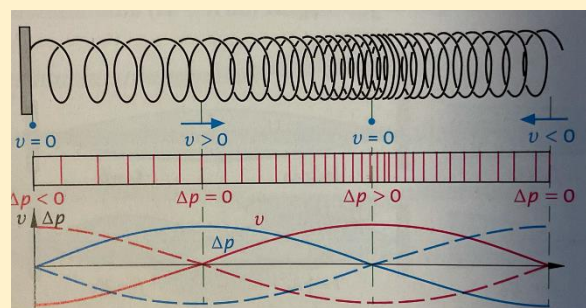
Allgemeine Definition „Stehende Wellen“: „Laufen sich anregende und reflektierte Welle auf einem Wellenträger entgegen, kommt es, sofern die Wellen die gleiche Frequenz und Amplitude haben, zu einer Überlagerung bzw. Interferenz der gegenläufigen Wellen.“

Stehende Transversalwelle



Eine Transversalwelle wird am **freien Ende** ohne Phasensprung, **am festen Ende** mit Phasensprung von $\Delta\varphi = \pi$ reflektiert. Der Wellenberg kehrt am freien Ende als Wellenberg und am festen Ende als Wellental zurück.

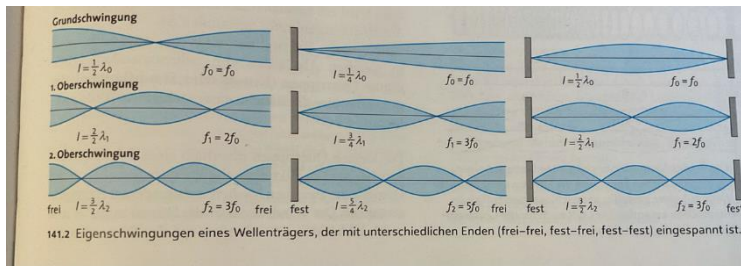
Stehende Longitudinalwelle



Sind in einer Longitudinalwelle Druck und Geschwindigkeit der Oszillatoren in Phase, so weisen beide nach der Reflexion die Phasendifferenz $\Delta\varphi = \pi$ auf. Am **freien Ende** wird die Druckwelle mit einem Phasensprung von $\Delta\varphi = \pi$ und die Geschwindigkeitswelle ohne Phasensprung reflektiert. Am **festen Ende** ist es umgekehrt.

In einer stehenden Longitudinalwelle, treten am **freien Ende** Schnellebauch und Druckknoten und am **festen Ende** Schnelleknoten und Druckbauch auf. Geschwindigkeitswelle und Druckwelle sind um $\frac{\pi}{4}$ verschoben.

Eigenschwingungen:

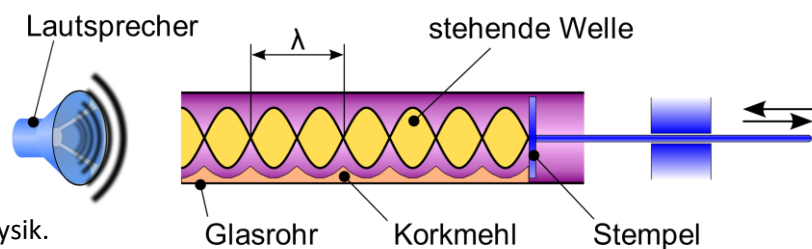


Zur Ausbildung von stehenden Wellen- bzw. Eigenschwingungen müssen zwischen Wellenlänge λ und Länge l des Wellenträgers folgende Bedingungen erfüllt sein:

$$\Lambda_n = \frac{4l}{(2n+1)} \text{ bzw. } \Lambda_n = \frac{2l}{(n+1)}, n = 0, 1, 2, \dots$$

Kundtsche Röhre:

Das Kundtsche Rohr erlaubt es, stehende Schallwellen in einem Glasrohr sichtbar zu machen. Da sie so anschaulich ist, ist es ein beliebtes Experiment der Schulphysik.



Der folgende Link führt zu einem anschaulichen Video zur Funktion der Kundtschen Röhre:

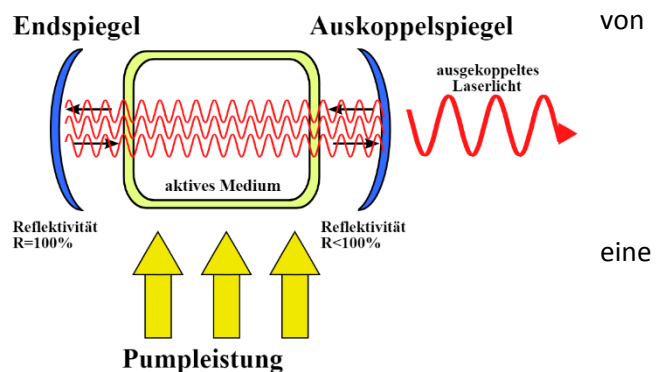
<https://www.youtube.com/watch?v=rV-HvcjjCU4>

Bildquelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Kundtsches_Staubrohr

Anwendungsbereiche von Stehenden Wellen am Beispiel des optischen Resonators:

Das bekannteste Beispiel für die Anwendung von stehenden Wellen ist wohl das Instrument wie z.B. Monochord oder Flöte, doch die stehende Welle findet auch in vielen anderen Bereichen Anwendung...

Ein optischer Resonator ist eine Anordnung von Spiegeln, welche dazu dient, Licht möglichst oft zu reflektieren. Wenn die optische Weglänge des Resonators ein Vielfaches der halben Wellenlänge des eingestrahnten Lichts beträgt, bildet sich aufgrund von Interferenz im Resonator stehende Welle aus.



Wo werden optische Resonatoren eingesetzt?

Ein optischer Resonator ist ein wesentliches Bestandteil fast jedes Lasers:

1. Dient hier zur Festlegung der Richtung der induzierten Emission
2. Dient der Frequenzstabilisierung
3. Dient dazu Laserbedingungen zu erfüllen, wie der Mehrfachdurchlauf von Photonen zu stimulieren von Emission

Bildquelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Optischer_Resonator#/media/Datei:Laserschema.svg

