

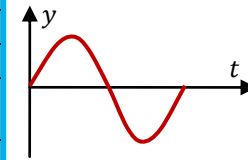
WELLENLEHRE

Harmonische Schwingung

$$y(t) = A * \sin(\omega t + \varphi)$$

$\varphi > 0$	Verschiebung nach links
$\varphi < 0$	Verschiebung nach rechts

A		Amplitude	(> 0)
ω	$= 2\pi f$	Kreisfrequenz	(> 0)
φ		Phasenverschiebung	
f	$= \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$	Frequenz	(> 0)
T		Periodendauer	(> 0)



Wellenarten

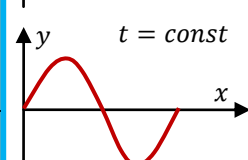
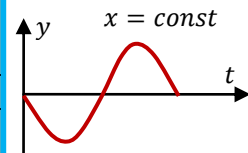
Transversal- / Querwellen	Longitudinal- / Längswellen

Wellenfunktion

$$y(x, t) = +A * \sin(+kx + \omega t)$$

gleich	positiv	linksläufig
ungleich	negativ	rechtsläufig

k	$= \frac{\omega}{c} = \frac{2\pi}{\lambda}$	Zirkulare Wellenzahl	(> 0)
c	$= \lambda * f$	Ausbreitungsgeschwindigkeit	(> 0)
λ	$= 2\pi \frac{c}{\omega}$	Wellenlänge	(> 0)



Wellengleichung

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} * \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}$$

w	$= \frac{dW}{dV}$	Energiedichte	$= \frac{1}{2} * \rho * A_0^2 * \omega^2$
I	$= \frac{dP}{dA}$	Intensität	$= \frac{dW/dt}{dA} \approx A_0^2 * \omega^2$

Schallgeschwindigkeiten

Gasen	Flüssigkeiten	Festkörper
$c = \sqrt{\frac{\kappa RT}{M}}$	$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$	$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$
Draht / Seil	tiefes Wasser	
$c = \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}}$	$c = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\varphi}}$	

Interferenz (Überlagerung)

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = A_s * \sin(kx - \omega t + \frac{\varphi}{2})$$

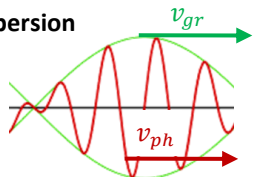
$$A_s = 2 * A * \cos \frac{\varphi}{2}$$

gleiche Frequenz und Amplitude	ähnliche Frequenz	gegelläufige Wellen
konstruktive Interferenz = Verstärkung	destruktive Interferenz = Auslöschung	= Schwebung = Stehende Wellen gleiches A und f
 $\Delta x = n * \lambda$	 $\Delta x = (2n + 1) * \lambda / 2$	 $f_s = f_1 - f_2 , \omega_s \ll \omega$

Reflexion

	Festes Ende	Loses Ende
Phasensprung	um $\pm \pi$	keiner
Ende	Knoten	Bauch
zeichnen	an y spiegeln	an x und y spiegeln

Dispersion



$v_{ph} = \frac{\omega}{k} = c$	Phasengeschw. (v des Pakets)	Mit Dispersion Glas, Licht in Materie	$c = c(\lambda)$ $v_{gr} \neq v_{ph}$	$\frac{dc}{d\lambda} > 0$	$v_{gr} < v_{ph}$
$v_{gr} = \frac{d\omega}{dk}$	Gruppengeschw. (v einzelner Welle)		$v_{gr} = c(\lambda) - \lambda \frac{dc}{d\lambda}$	$\frac{dc}{d\lambda} < 0$	$v_{gr} > v_{ph}$
		Ohne Dispersion Luft, Vakuum	$c = const.$ $v_{gr} = v_{ph}$	$\frac{dc}{d\lambda} = 0$	

Additionstheorem

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 * \cos \frac{\alpha - \beta}{2} * \sin \frac{\alpha + \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 * \cos \frac{\alpha + \beta}{2} * \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

Wellen im Raum

Kugelwellen	Ebene Wellen

Reflexionsgesetz	Brechungsgesetz	Beugung (Ausbreitung hinter einem Hindernis)
Einfallsw. = Ausfallsw. $\alpha = \alpha'$	$\frac{\sin \alpha_1}{c_1} = \frac{\sin \alpha_2}{c_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$	Doppelspalt
		$\sin \alpha_n = \frac{n * \lambda}{d}$
		Einzelspalt
		Verstärkung (konstruktiv) $\sin \alpha_n = \frac{n * \lambda}{d}$
		Auslöschung (destruktive) $\sin \alpha_n = (2n + 1) \frac{\lambda}{2d}$
		$\sin \alpha_n = \frac{(2n + 1) \lambda}{2} \frac{\lambda}{s}$
		$\sin \alpha_n = n \frac{\lambda}{s}$

Dopplereffekt

$f = f_0 \frac{(1 \pm \frac{v_B}{c})}{1 \mp \frac{v_Q}{c}}$	Kopfwellen $v_Q > c$
	Machzahl: $M = \frac{1}{\sin \alpha}$