Wasserwellen

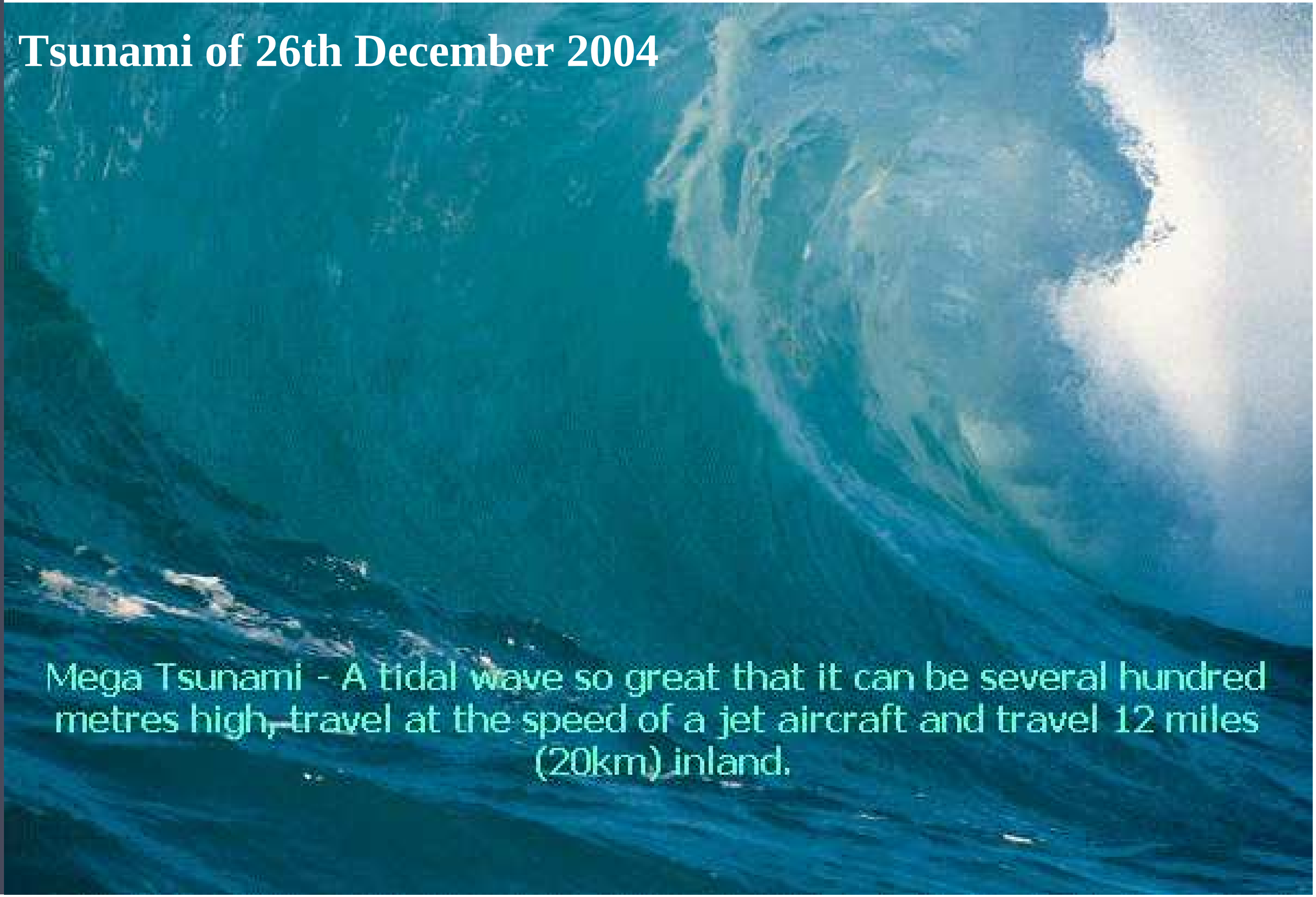
Wasserwellen

Tsunami_Welle

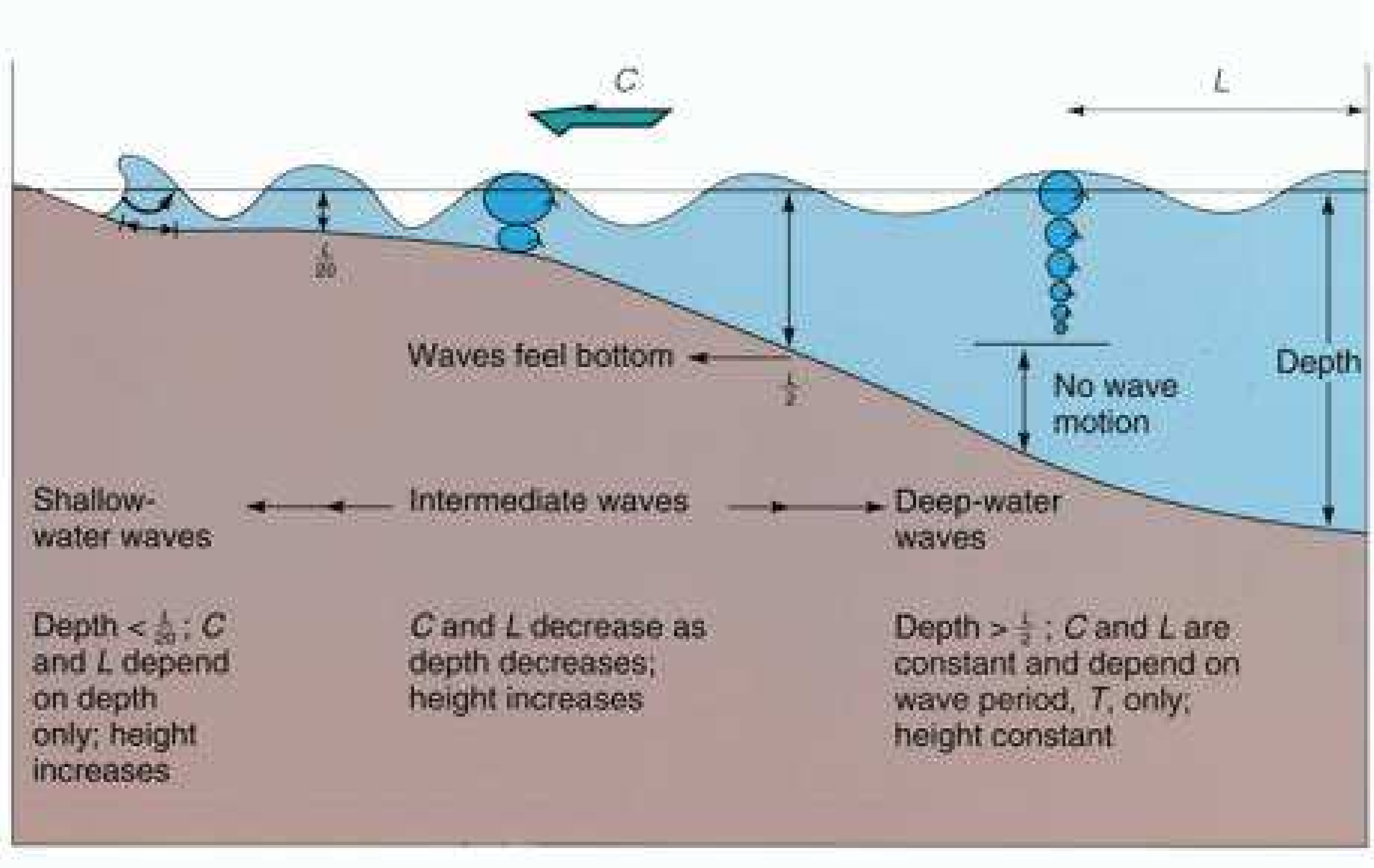
1/2 a second before tsunami

This picture was taken on the banks of Sumatra Island (the height of waves was of approx. 32 m = 105 ft). It was found saved in a digital camera, 1 1/2 years after the disaster.

Tsunami_Welle



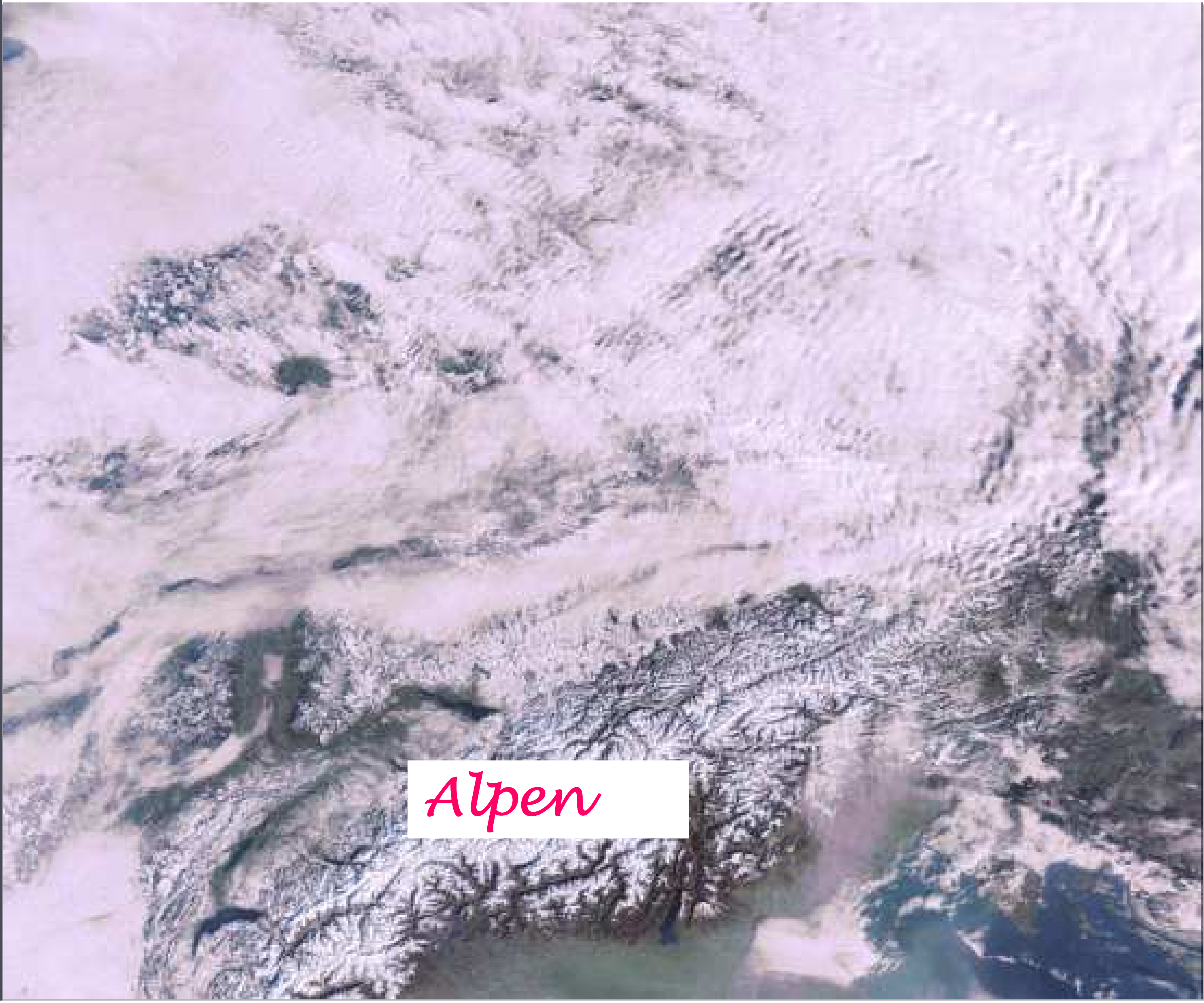
Wellen


C
L
Waves feel bottom
No wave motion
Depth
Shallow-water waves
Intermediate waves
Deep-water waves
Depth < L/20 ; C and L depend on depth only; height increases
C and L decrease as depth decreases; height increases
Depth > L/2 ; C and L are constant and depend on wave period, T, only; height constant

Tuchwellen

Wolkenwellen

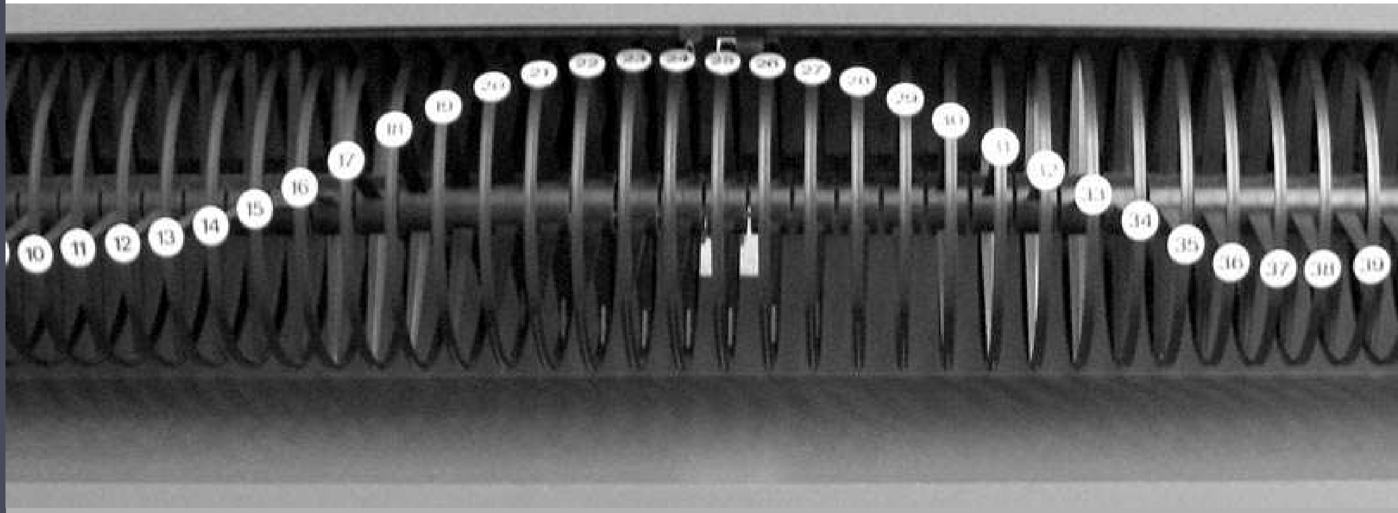
Wolkenwellen

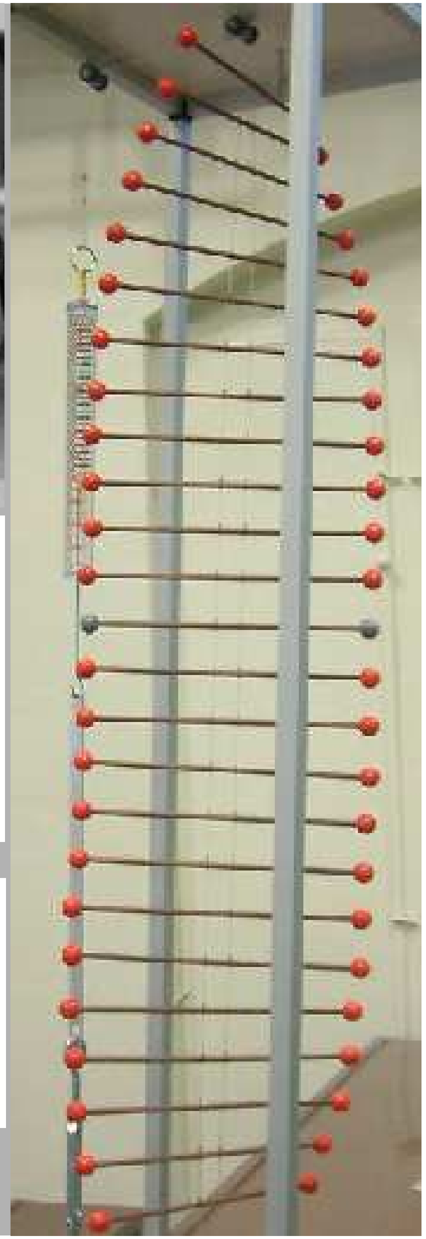


Wasserwellen   Beugung

Strasse von Messina
d=3km

Wellen Definition

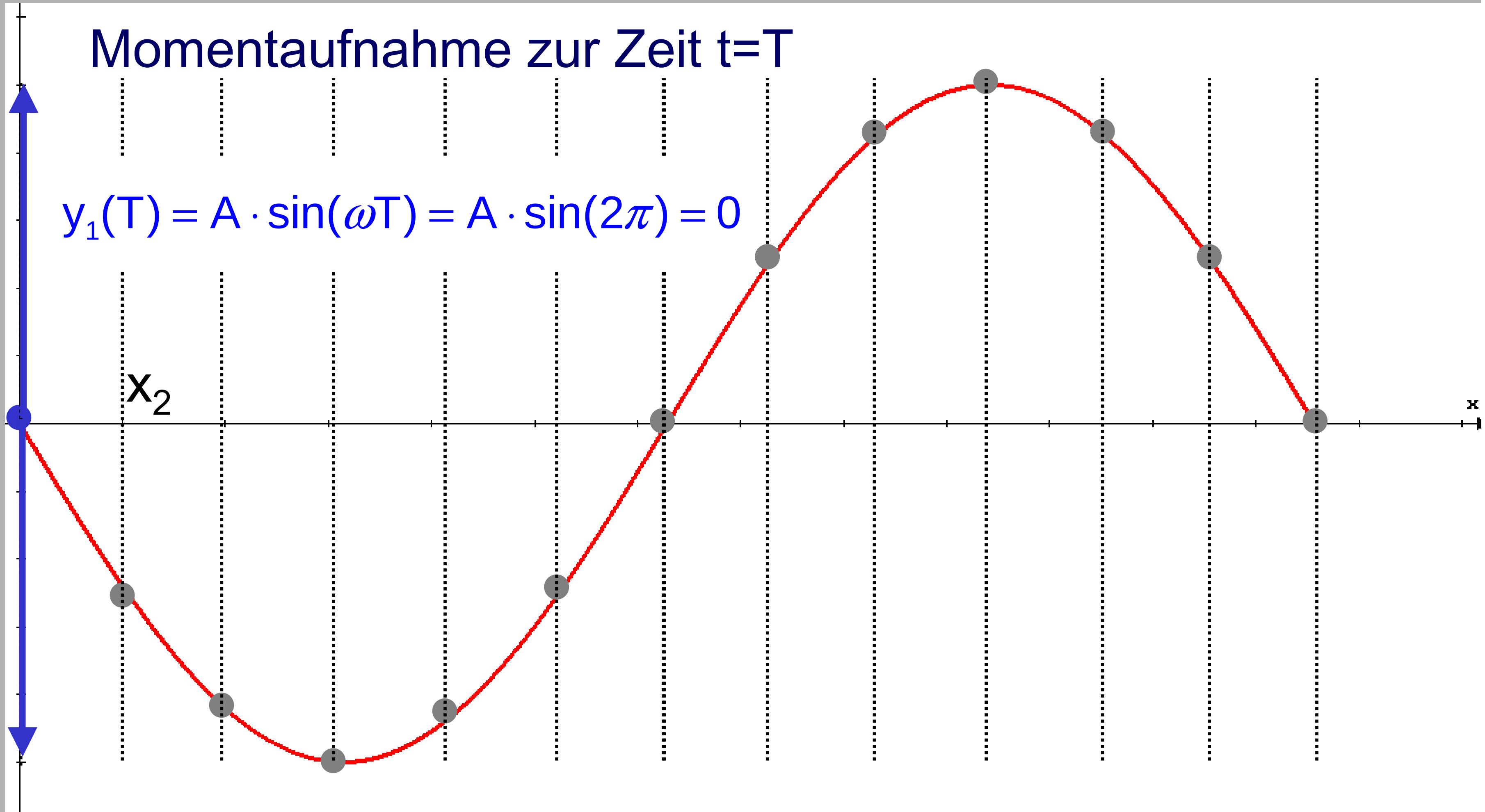




Eine mechanische Welle ist eine Störung, die sich in einem System von gekoppelten Pendeln ausbreitet.
Dabei wird Energie transportiert.

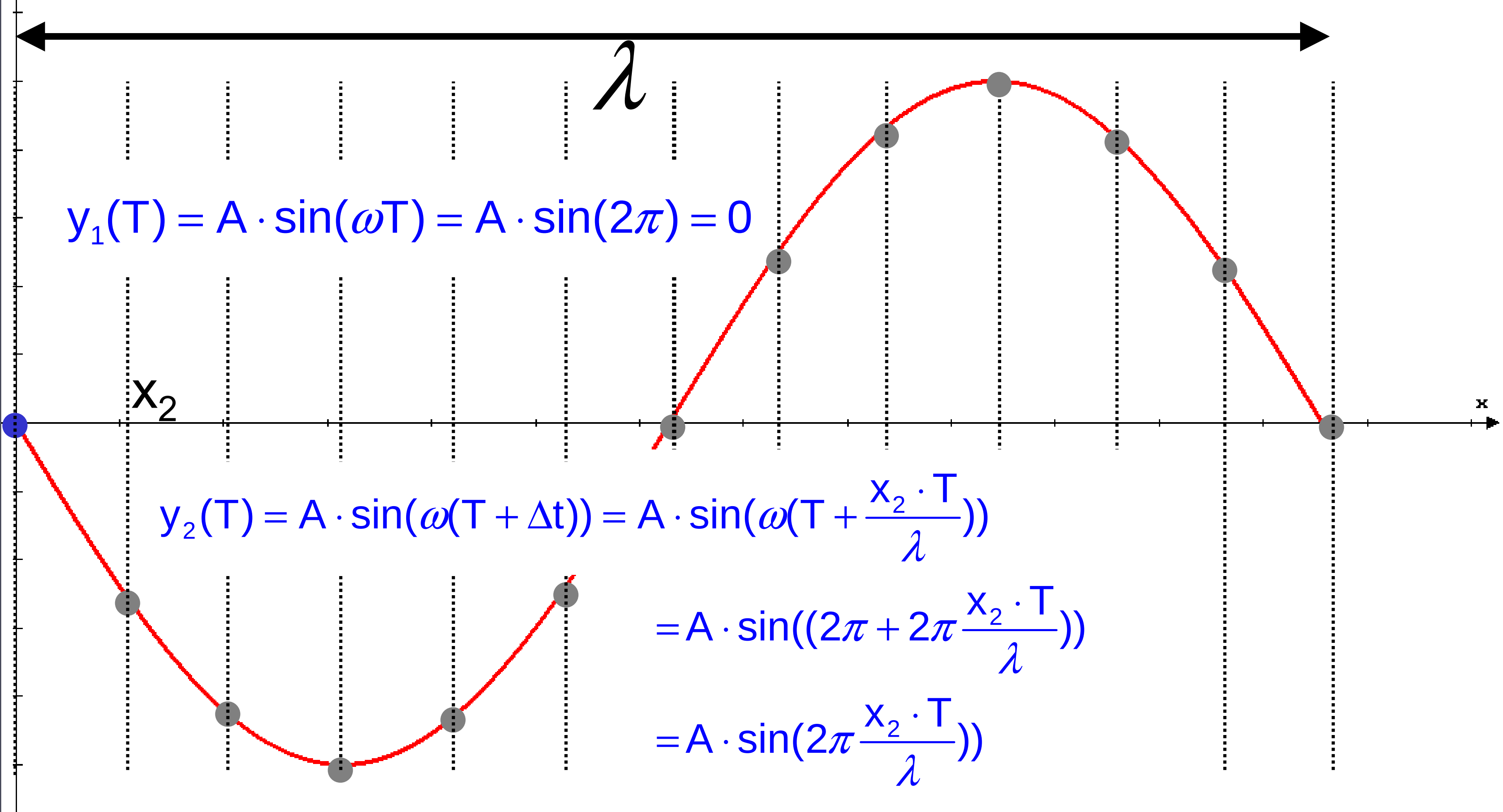
Eine harmonische Welle liegt vor, wenn jedes Pendel eine harmonische Schwingung ausführt.

Wellengleichung für harmonische Wellen



Wellengleichung

Momentaufnahme zur Zeit t=T



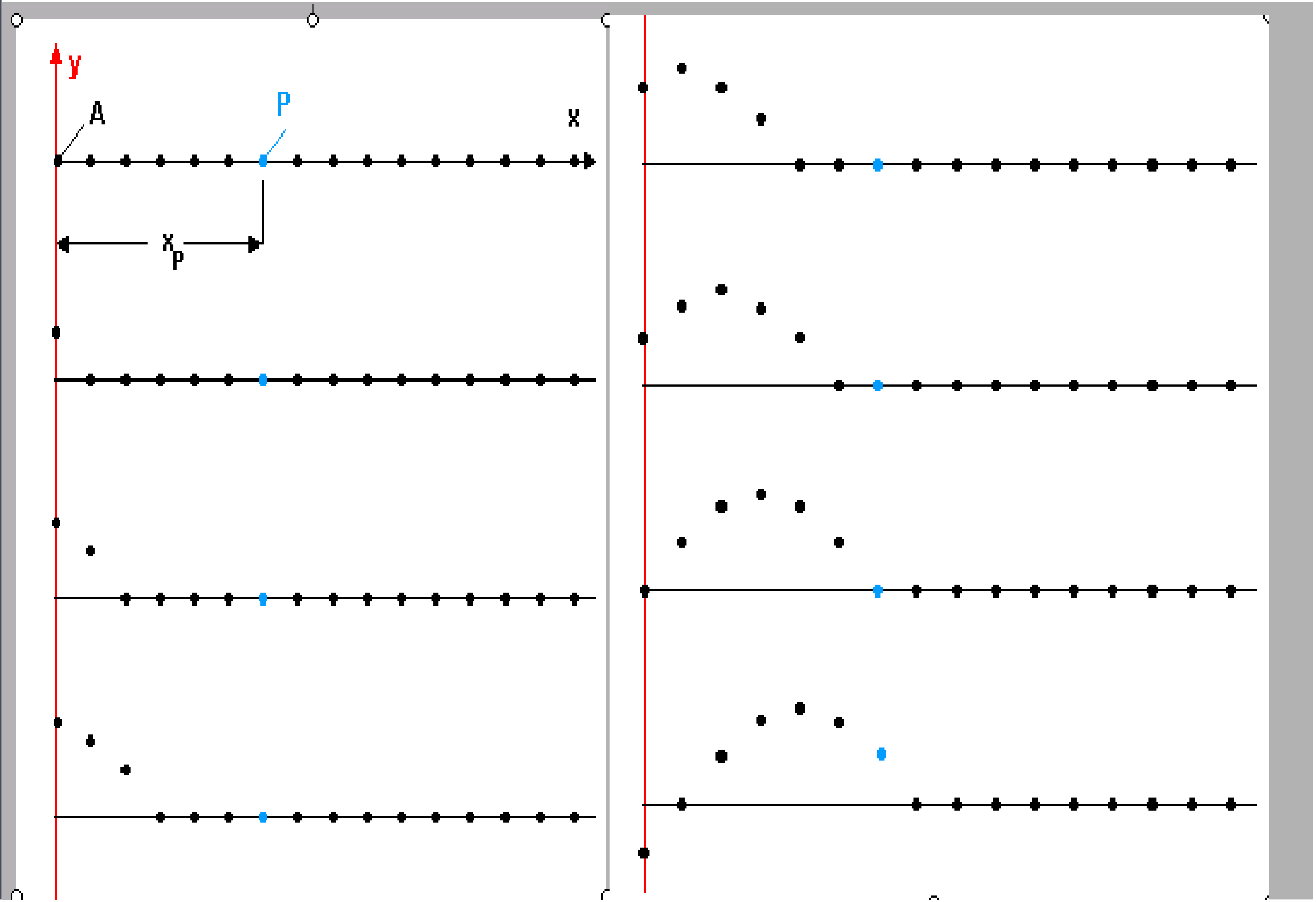
$$y_1(T) = A \cdot \sin(\omega T) = A \cdot \sin(2\pi) = 0$$

$$y_2(T) = A \cdot \sin(\omega(T + \Delta t)) = A \cdot \sin(\omega(T + \frac{x_2 \cdot T}{\lambda}))$$

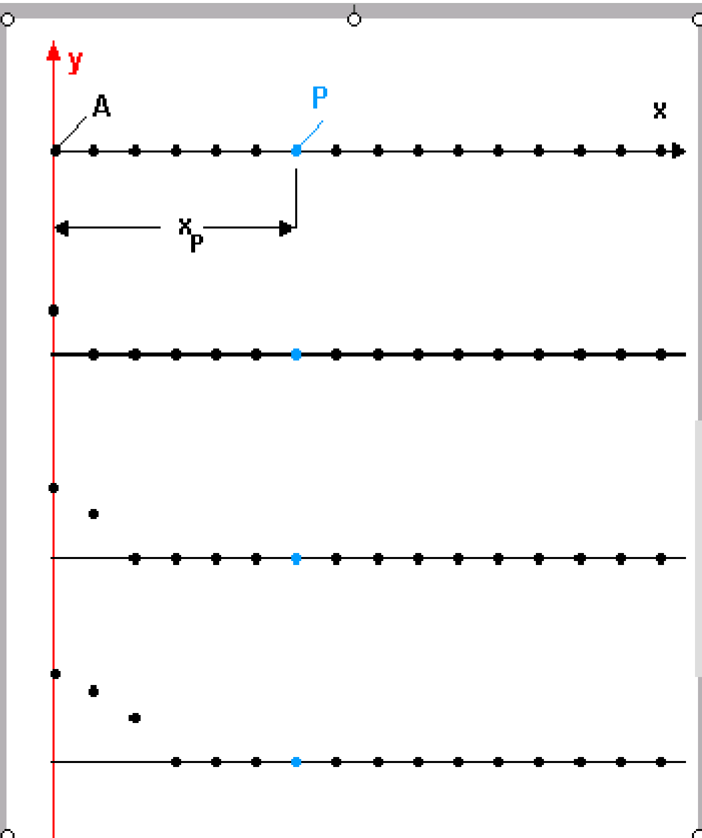
$$= A \cdot \sin((2\pi + 2\pi \frac{x_2 \cdot T}{\lambda}))$$

$$= A \cdot \sin(2\pi \frac{x_2 \cdot T}{\lambda}))$$

Allgemeine Wellengleichung



Allgemeine Wellengleichung



$$y_A(t) = A \cdot \sin(\omega t) \quad \text{mit } \omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

$$y_P(t) = A \cdot \sin(\omega(t - \frac{x_P}{c})) \quad \text{mit } c = \frac{\lambda}{T}$$

$$y(x,t) = A \cdot \sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})) \quad \text{mit } c = \frac{\lambda}{T}$$

Wellengleichung – zeitliche Periodizität

$$y(x,t) = A \cdot \sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})) \quad \text{mit} \quad c = \frac{\lambda}{T}$$

Bei festem (also konstantem) x :

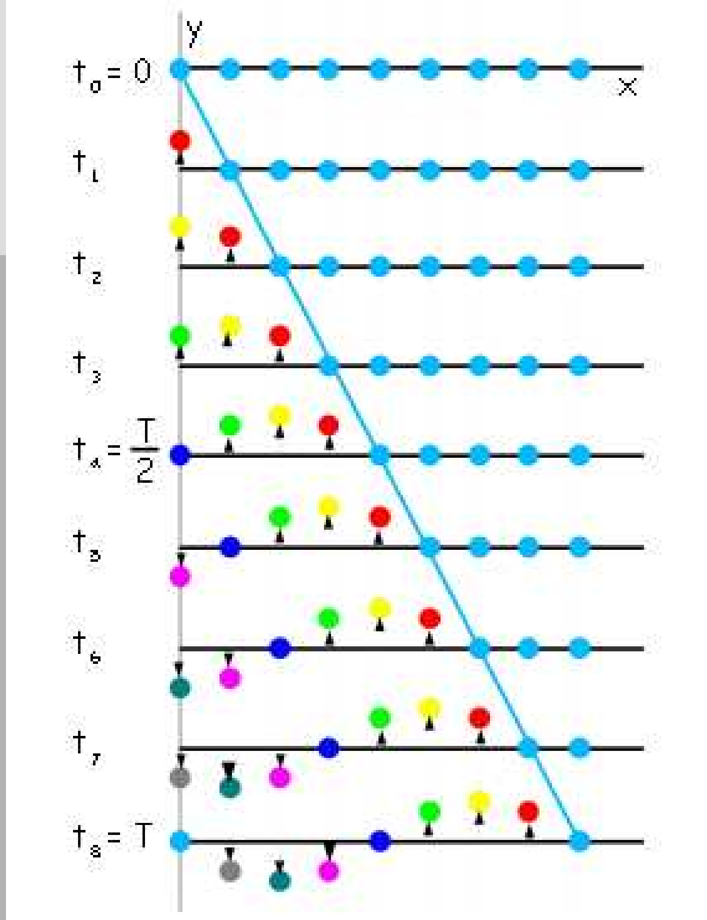
$$y(x,t) = A \cdot \sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})) \quad \text{mit} \quad c = \frac{\lambda}{T}$$

$$= A \cdot \sin(\omega t - 2\pi \frac{x}{cT}) = A \cdot \sin(\omega(t - \frac{x}{c}))$$

Bei fester (also konstanter) Zeit t :

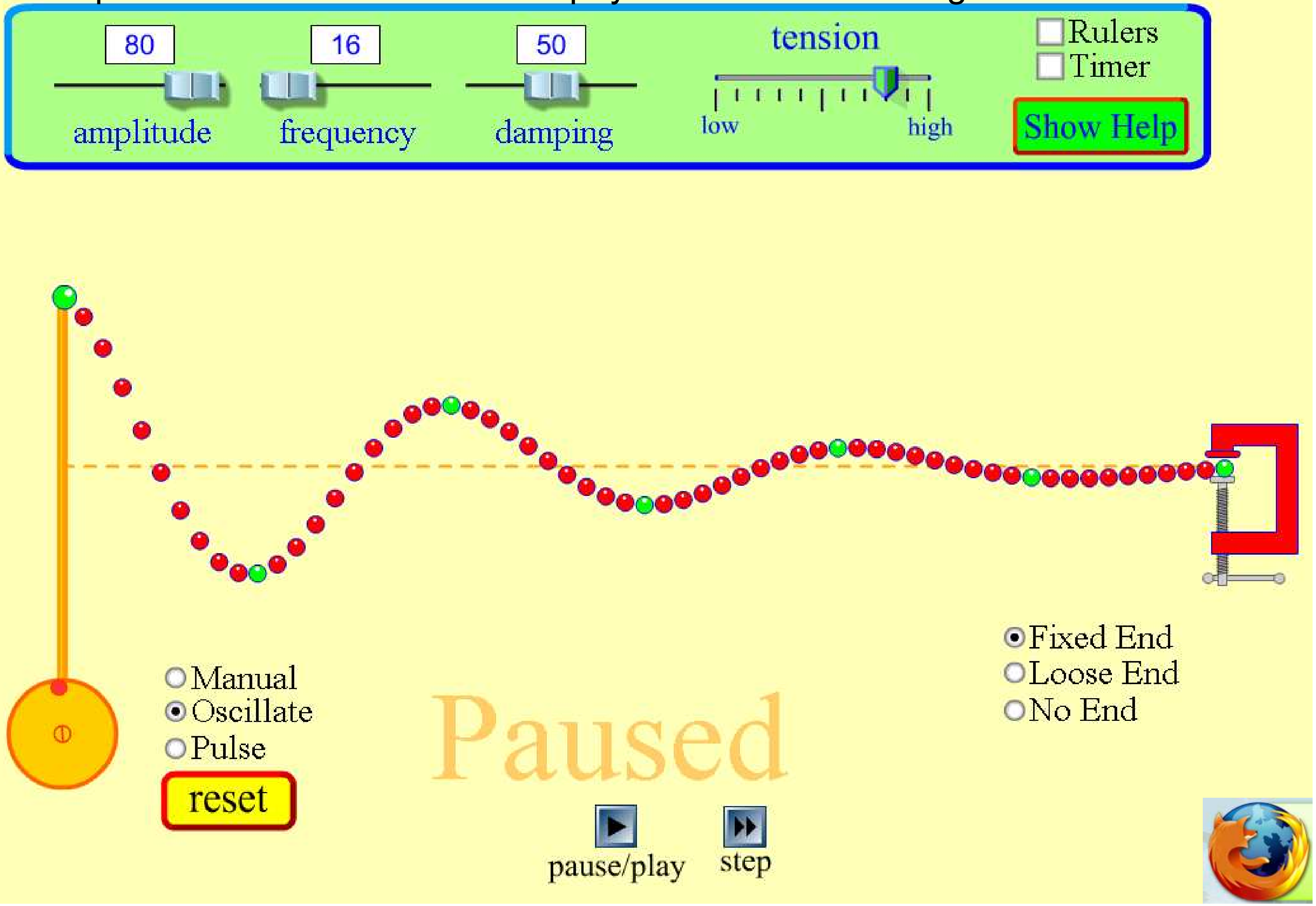
$$y(x,t) = A \cdot \sin(2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})) \quad \text{mit} \quad c = \frac{\lambda}{T}$$

$$= A \cdot \sin(-\frac{\omega}{c} x + \omega t)$$



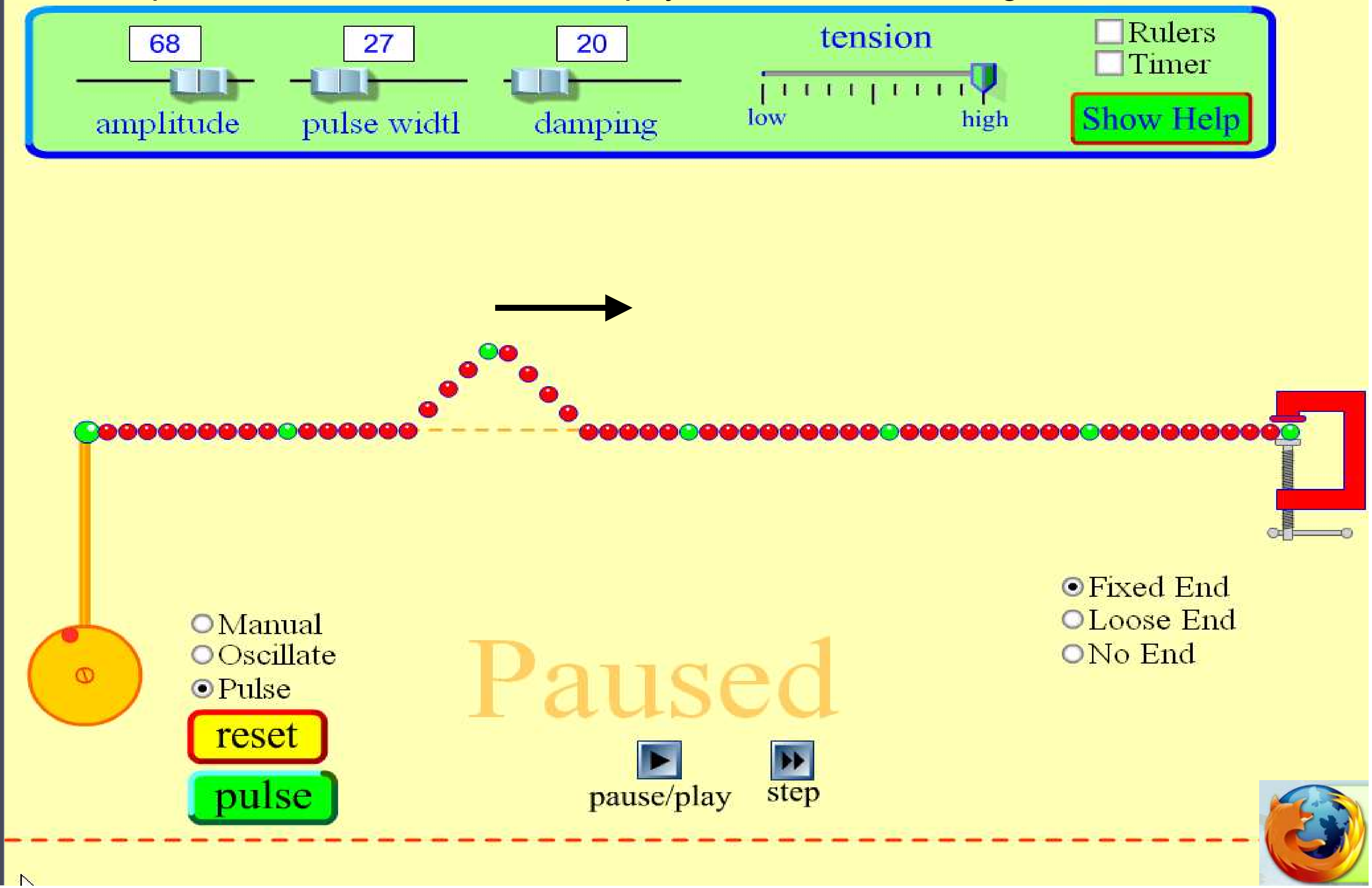
Wellen

http://www.mnstate.edu/lindaas/phys200/Lab/Sims/stringWave.swf



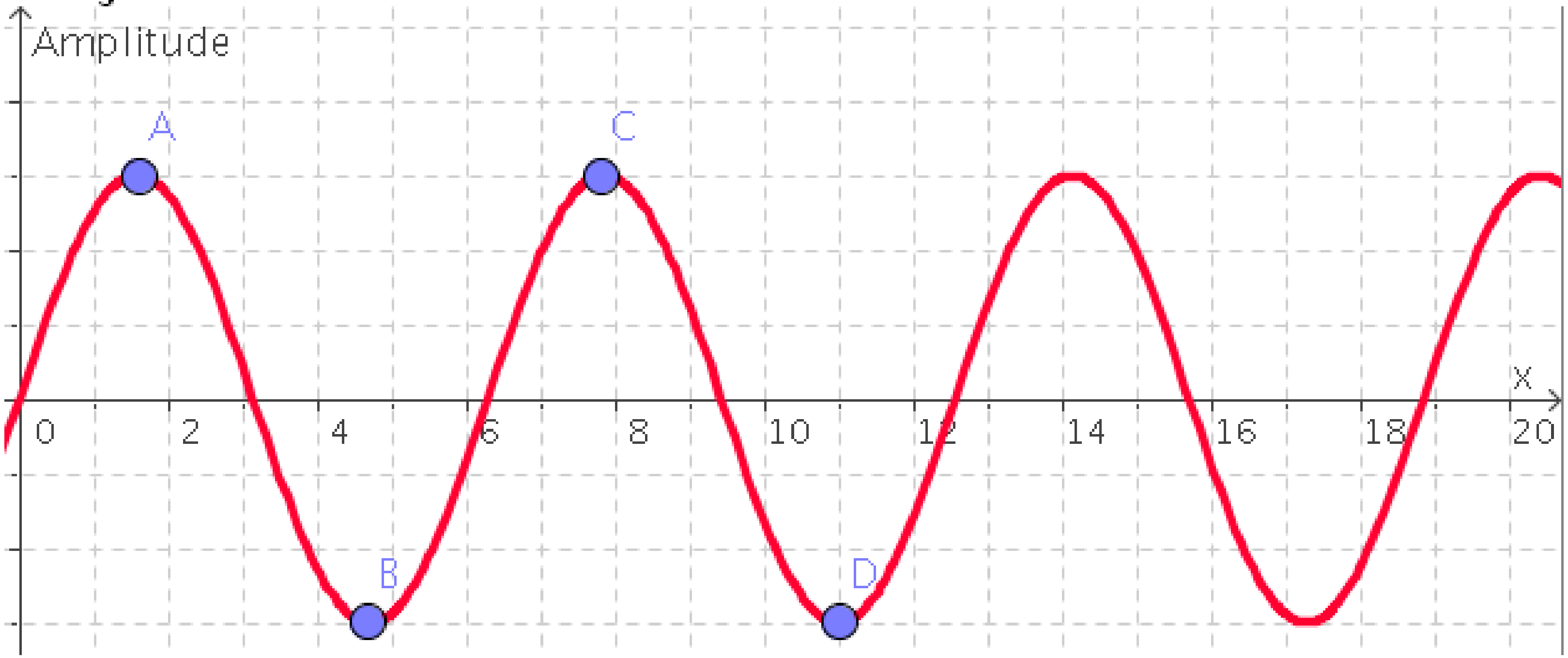
Wellen

http://www.mnstate.edu/lindaas/phys200/Lab/Sims/stringWave.swf



Harmonische Welle - Verständnisfragen

Die Eigenschaften einer harmonischen Welle



a. Die Wellengeschwindigkeit c entspricht dem Produkt aus Wellenlänge λ und Schwingungsperiode T: $c = \lambda \cdot T$

b. Die Wellenlänge entspricht der Entfernung der Punkte A und C in der Abbildung.

c. Bei einer harmonischen Welle schwingen alle Oszillatoren gleichphasig.

d. Die Wellenlänge entspricht der Entfernung der Punkte A und B in der Abbildung.

e. Bei einer harmonischen Welle schwingen benachbarte Oszillatoren mit einer bestimmten Phasenverschiebung.

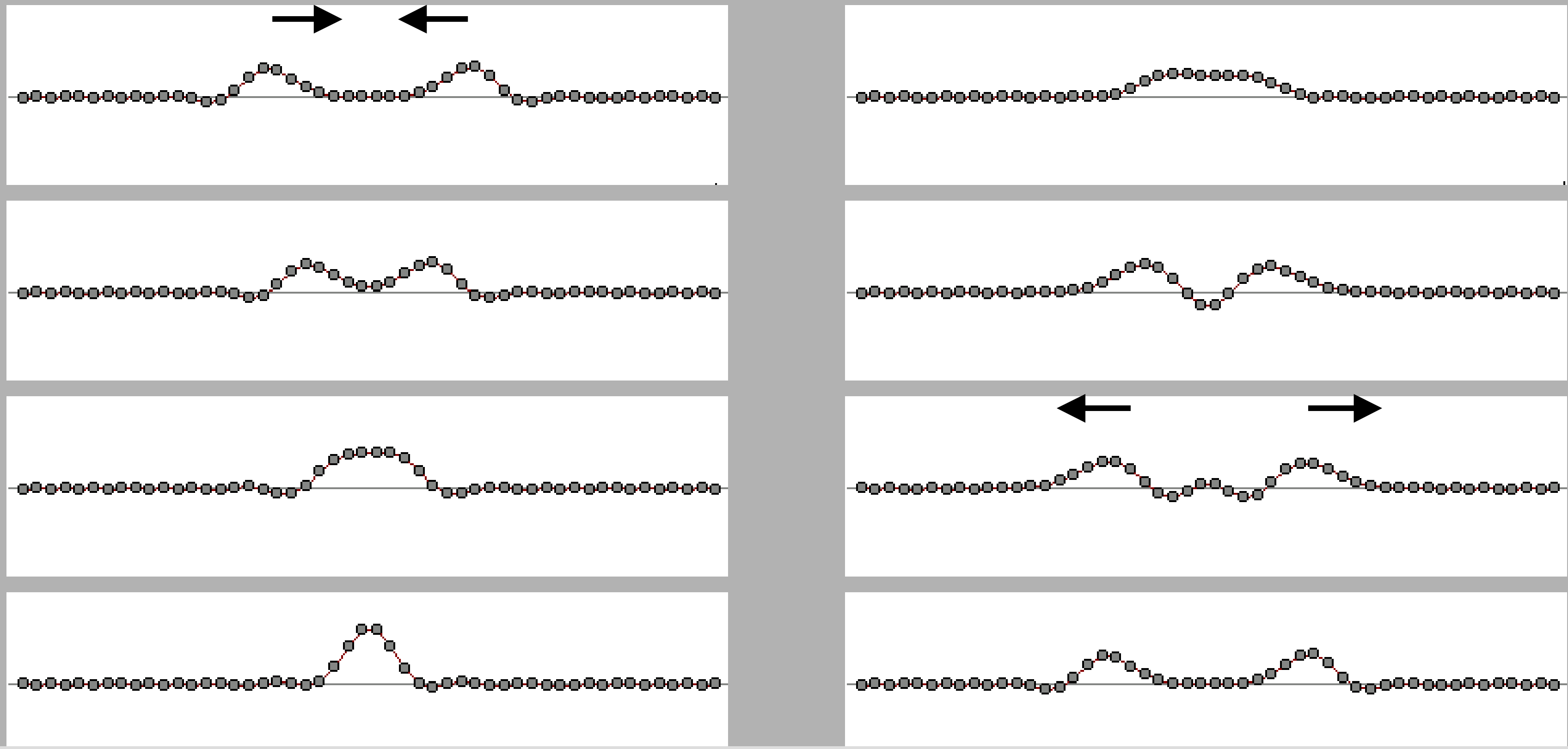
f. Die Wellenlänge entspricht der Entfernung der Punkte B und D in der Abbildung.

g. Die Wellengeschwindigkeit c entspricht dem Produkt aus Wellenlänge λ und Frequenz f: $c = \lambda \cdot f$

h. Harmonische Wellen verlaufen zeitlich und räumlich periodisch.

i. Die Abbildung zeigt eine "Momentaufnahme" einer harmonischen Welle.

Überlagerung (Interferenz) von Wellen



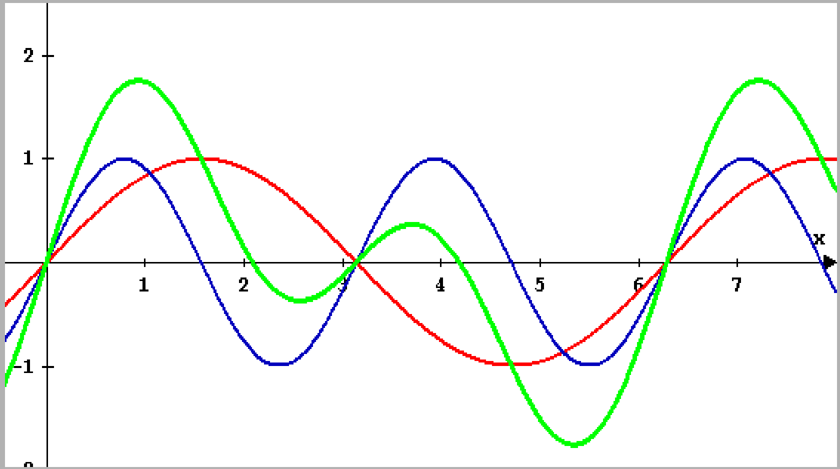
Überlagerungsprinzip: Wellen passieren einander, ohne sich zu stören. An den Stellen der Überlagerung ergibt sich die resultierende Amplitude der Welle aus der Addition der Einzelamplituden unter Berücksichtigung der Vorzeichen.

Interferenz bei Wasserwellen

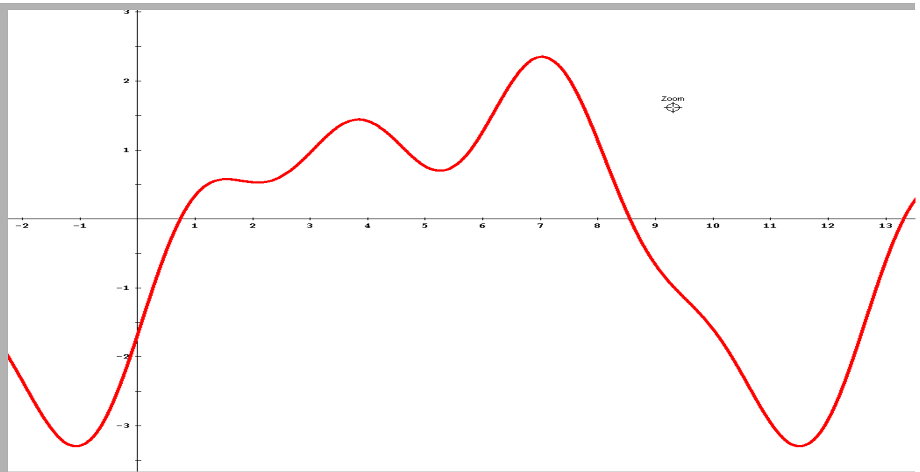
Mechanische Wellen

Überlagerung von Wellen

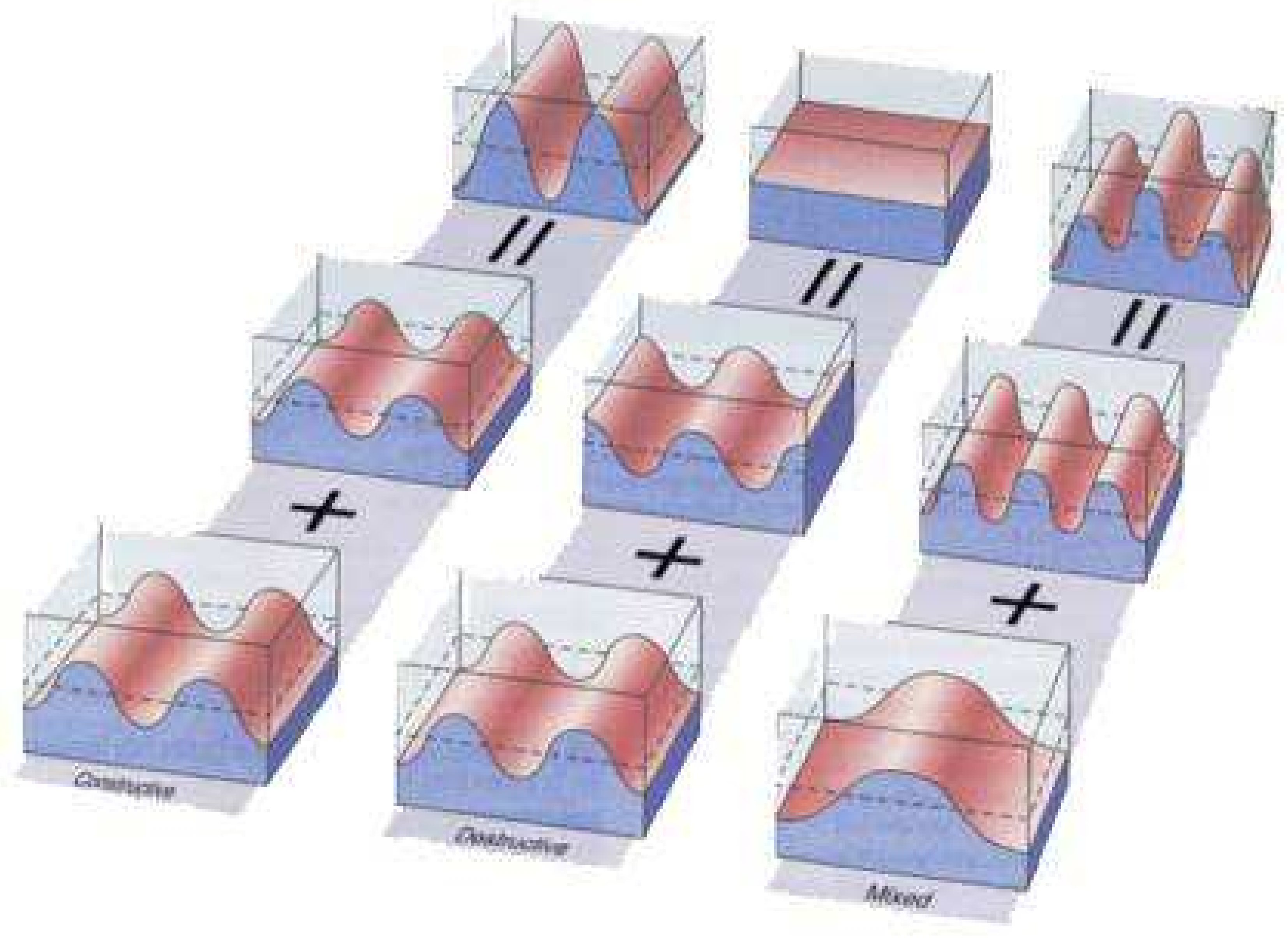
H(x)=sinx+sin2x



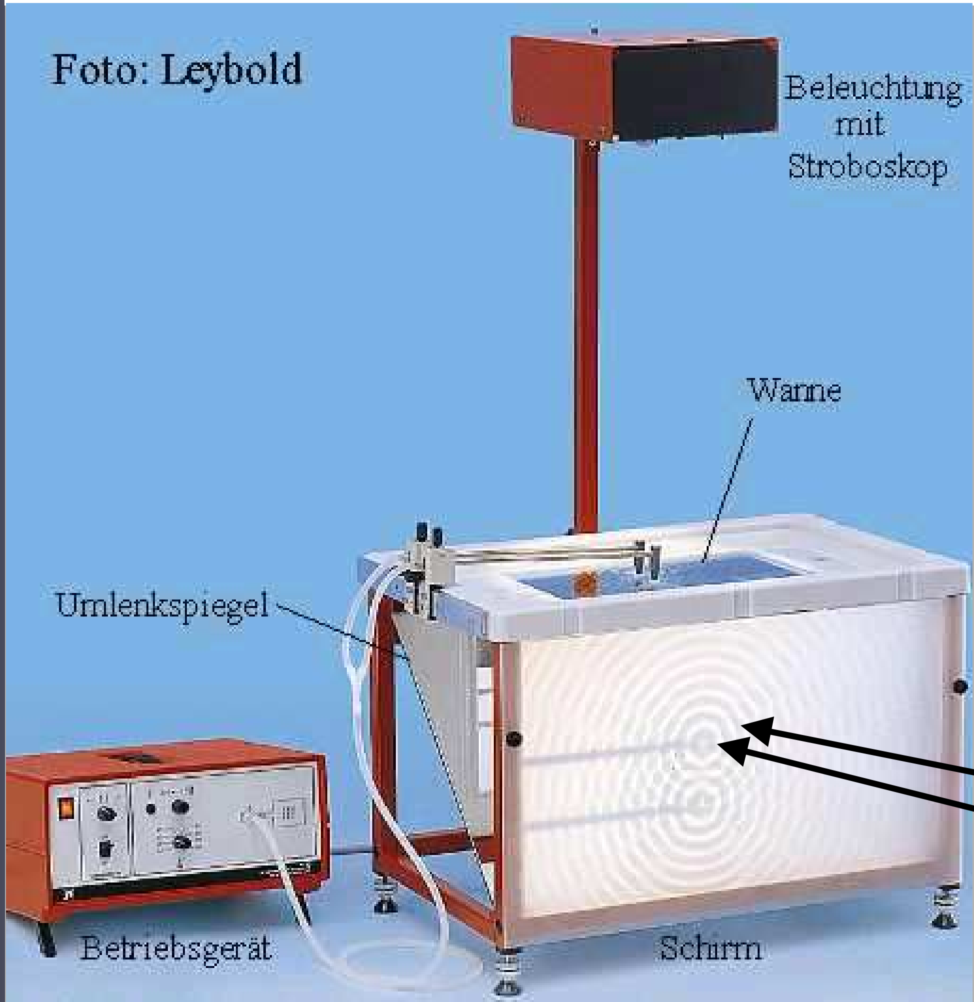
H(x)=sinx+0,5sin2x+2sin(0,5(x-1)

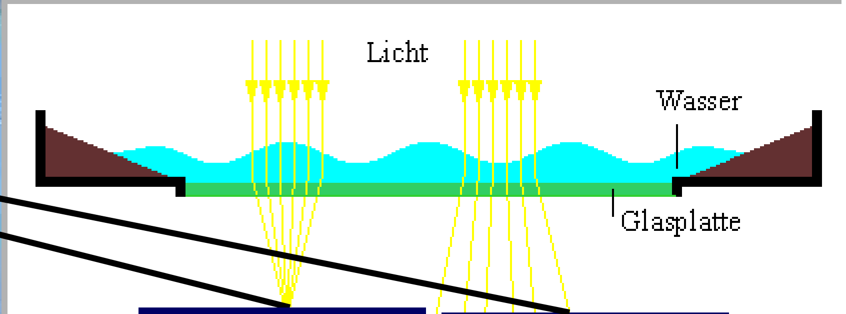


Konstruktive – Destruktive Interferenz



Wasserwellengerät

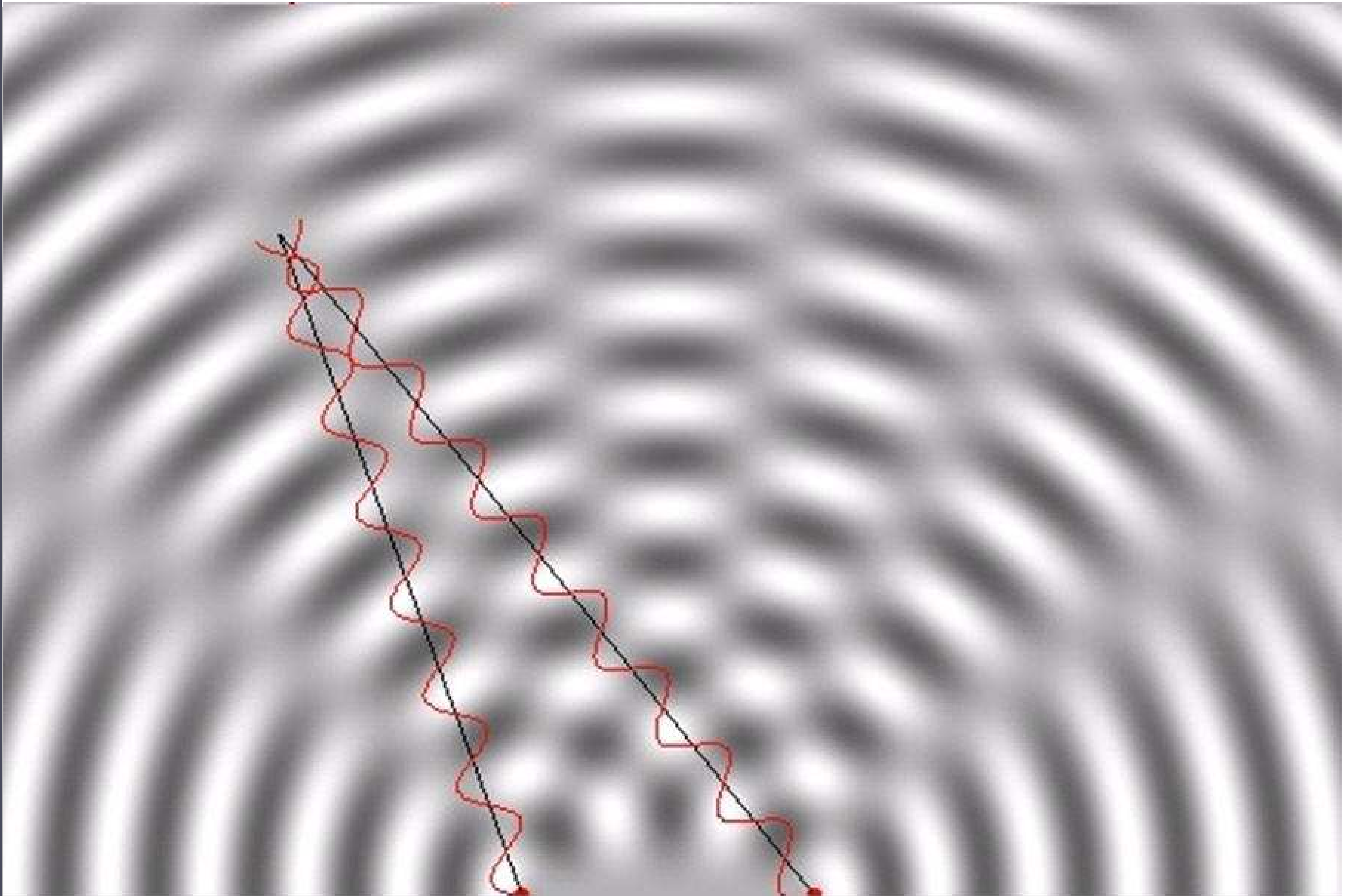




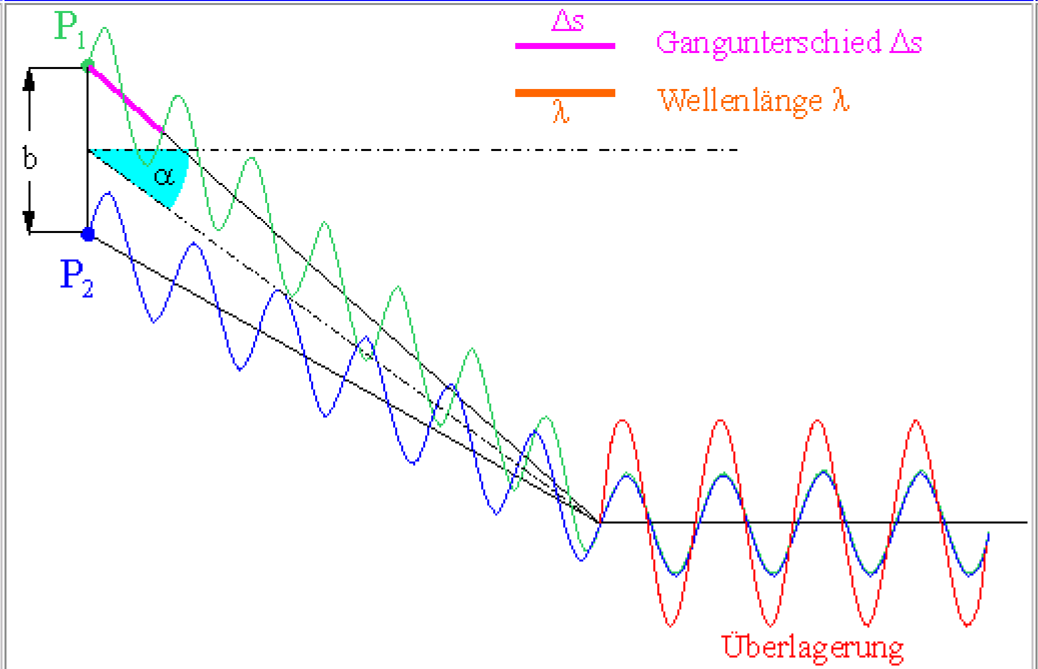
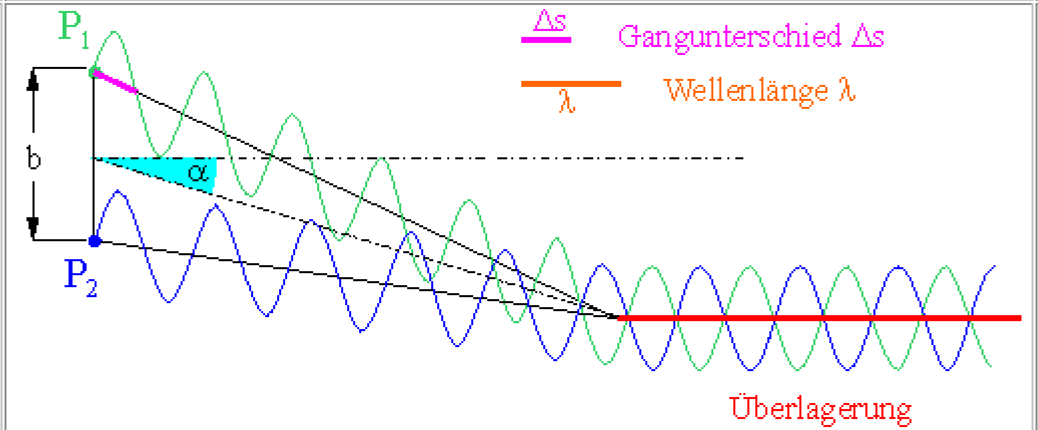
helle Streifen

dunkle Streifen

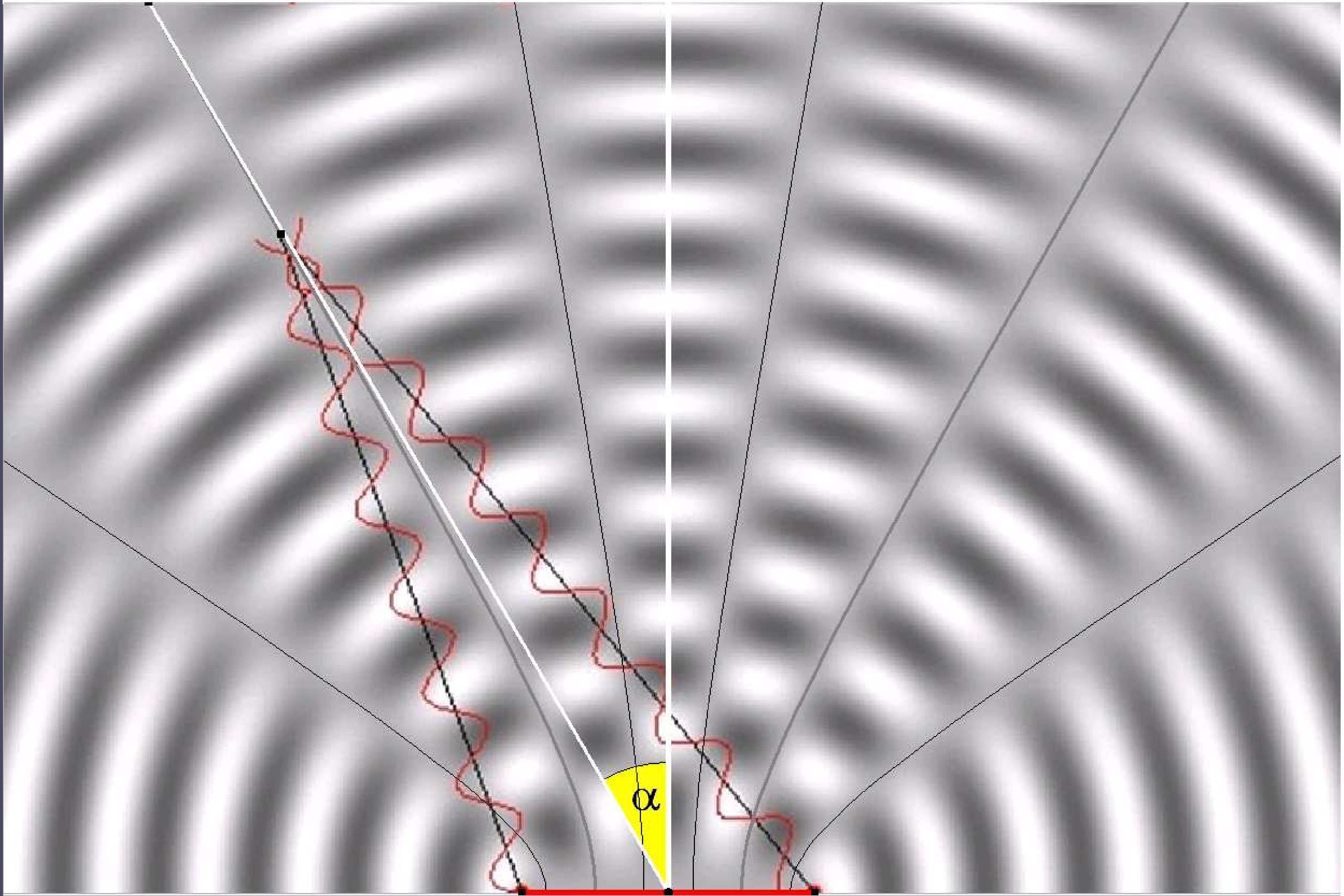
Konstruktive / Destruktive Interferenz



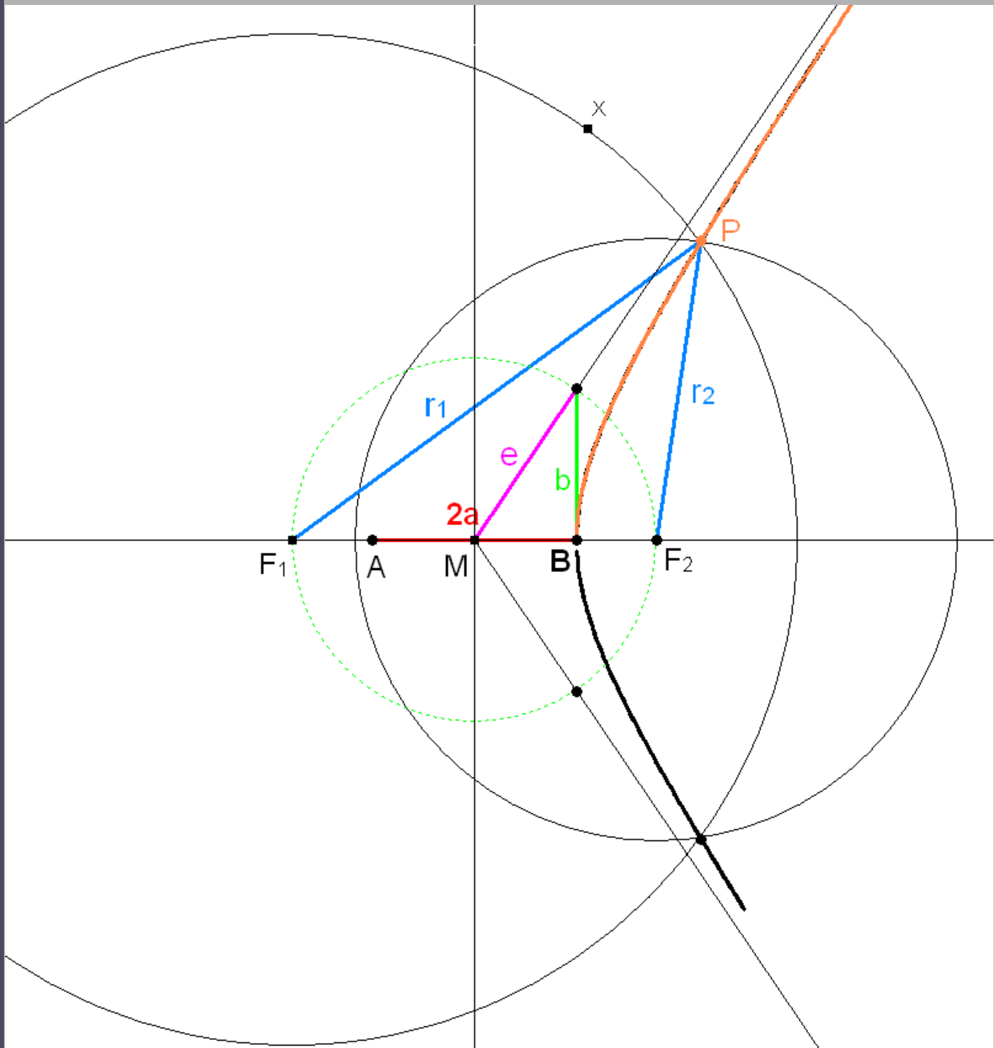
Konstruktive / Destruktive Interferenz

Bedingung für		**Gangunterschied Δs**	**Phasendifferenz $\Delta\varphi$**
konstruktive Interferenz:		$n\lambda$ $(n \in \mathbb{N})$	$n \cdot 2\pi$ $(n \in \mathbb{N})$
destruktive Interferenz:		$(2n+1)\lambda/2$ $(n \in \mathbb{N})$	$(2n+1)\pi$ $(n \in \mathbb{N})$

Konstruktive / Destruktive Interferenz



Die Hyperbel



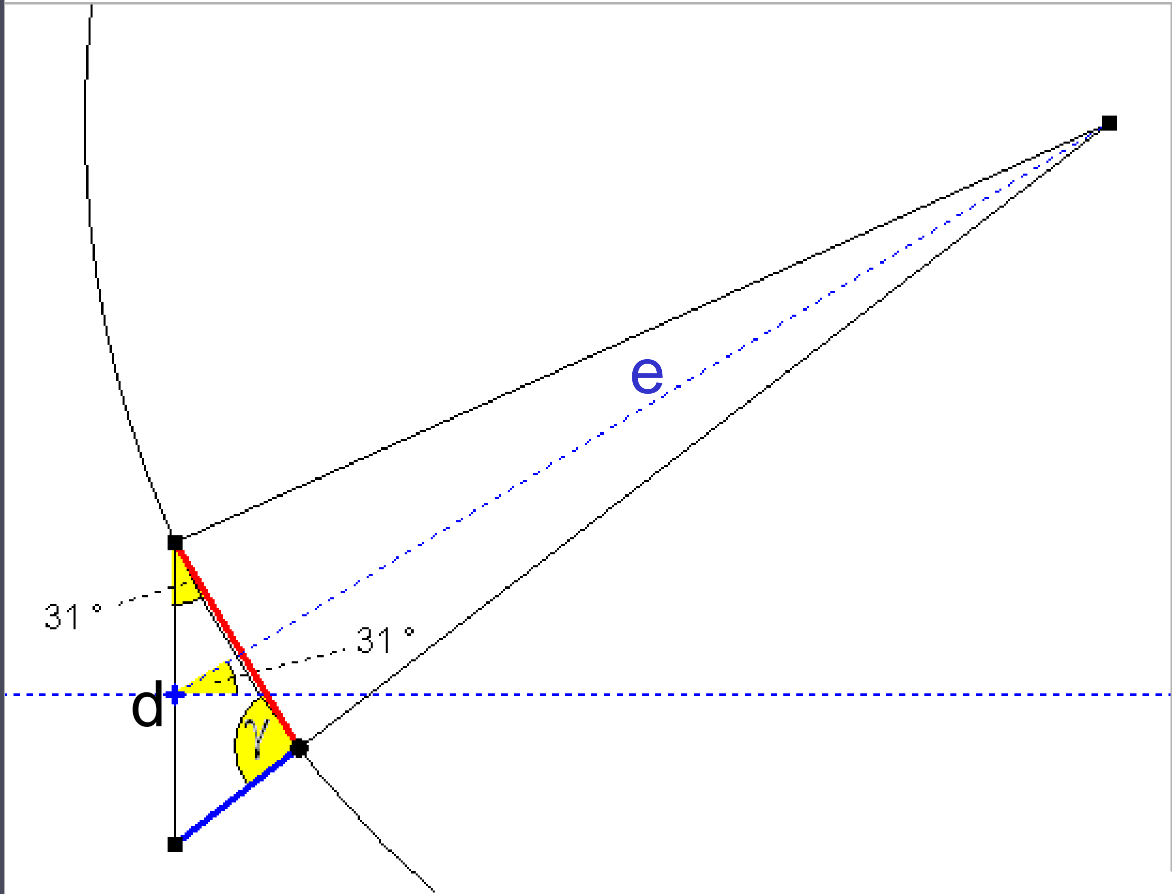
Eine Hyperbel ist der geometrische Ort aller Punkte, die von zwei vorgegebenen Brenn-punkten F1 und F2 die gleiche Entfernungs-differenz baben:

$$r_1 - r_2 = 2a$$

Die Asymptoten der Hyperbel haben die Gleichung:

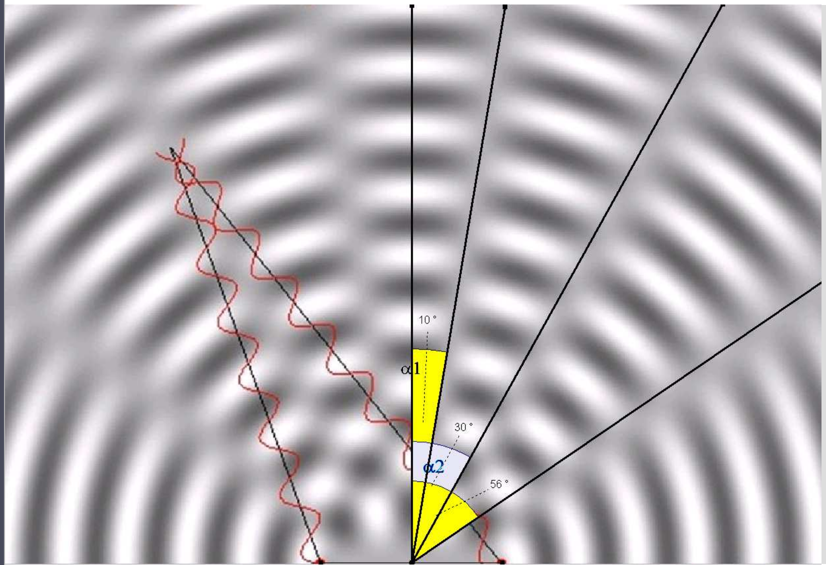
$$y = \frac{b}{a} \cdot x$$

Interferenz- Winkel



$$\frac{\Delta}{\sin\alpha} = \frac{d}{\sin\gamma} \qquad e \gg d \Rightarrow \gamma \approx 90° \qquad \Delta = d \cdot \sin\alpha$$

Interferenz- Winkel



$$\Delta = d \cdot \sin\alpha$$

Maxima: $d \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$

Minima : $d \cdot \sin\alpha = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2}$

Minima: $\sin\alpha = \frac{2n-1}{2} \cdot \frac{\lambda}{d}$ $\quad 1 \geqq= (n - \frac{1}{2})\frac{\lambda}{d}$ $\quad \Rightarrow n \leq \frac{d}{\lambda} + \frac{1}{2}$

$d = 3\lambda \quad \Rightarrow n \leq 3\frac{1}{2} \quad (n \in \mathbb{N} \Rightarrow n = 1,2,3)$

3 Interferenzstreifen auf jeder Seite

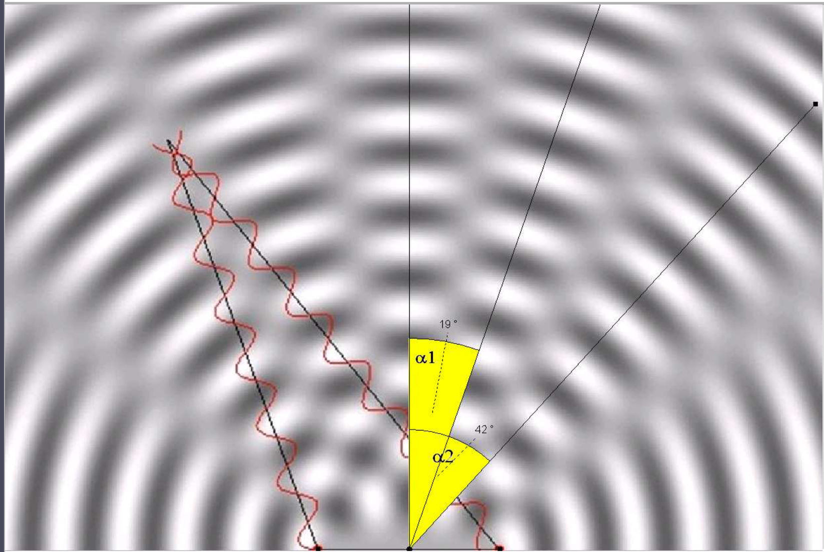
$\sin\alpha_n = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2d} \Rightarrow \alpha_n = \arcsin((2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2d})$

$\alpha_1 \approx 10°$;

$\alpha_2 \approx 30°$;

$\alpha_3 \approx 56°$

Interferenz- Winkel



$$\text{Maxima:}\quad d \cdot \sin\alpha = n \cdot \lambda$$

$$\Delta = d \cdot \sin\alpha$$

$$\text{Minima}\ :\quad d \cdot \sin\alpha = (2n-1) \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{Maxima:}\quad \sin\alpha = n \cdot \frac{\lambda}{d} \qquad 1 \geq= n \cdot \frac{\lambda}{d} \qquad \Rightarrow n \leq \frac{d}{\lambda}$$

Hauptmaximum und 3 Nebenmaxima auf jeder Seite

$$\sin\alpha_n = n \cdot \frac{\lambda}{d} \Rightarrow \alpha_n = \arcsin(n \cdot \frac{\lambda}{d}) \quad \alpha_1 \approx 19{,}5° \,; \alpha_2 \approx 42°; \quad \alpha_3 \approx 90°$$