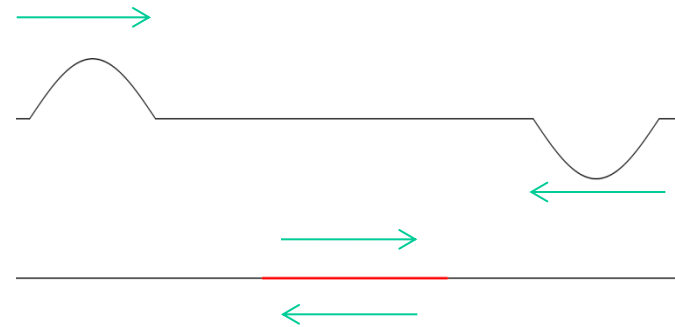
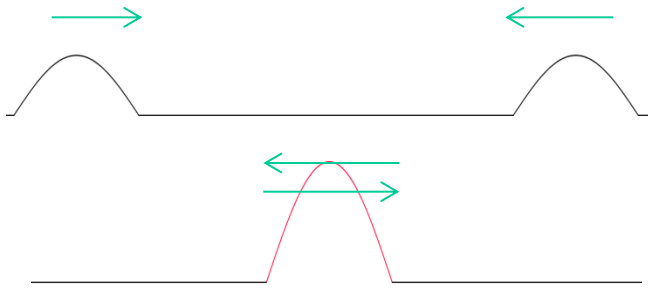


Überlagerung von Wellen



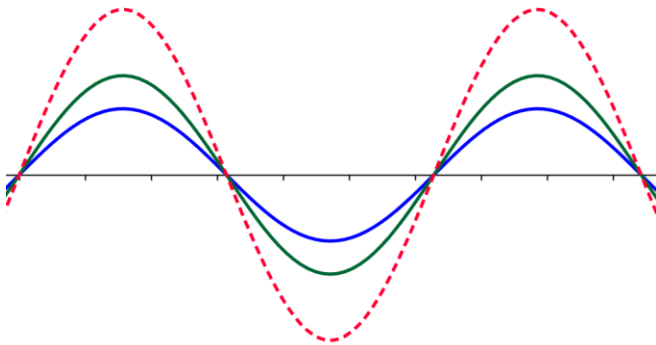


Treffen zwei (oder mehrere) Wellen an einem Ort aufeinander, so überlagern sie sich die Schwingungszustände ungestört.

► Superpositionsprinzip

Beispiele

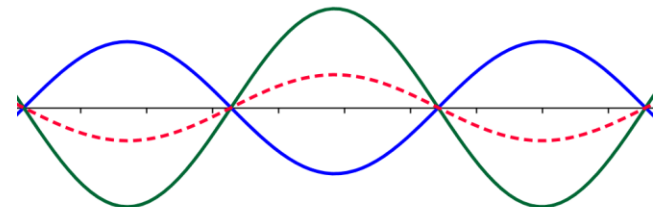
Besitzen die Wellen gleiche Frequenz und Wellenlänge so spricht man von **Interferenz**.



... Wellen in Phase

Verstärkung

► *konstruktive Interferenz*



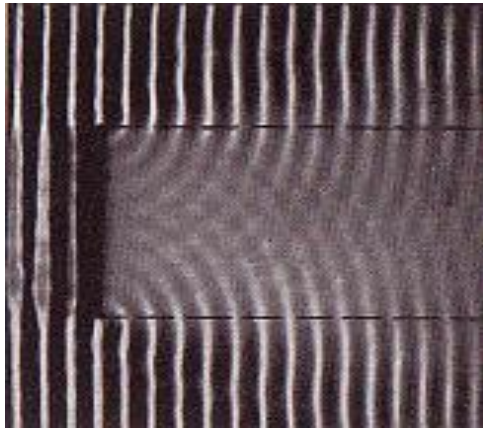
... Phasenverschiebung $\lambda/2$

Abschwächung

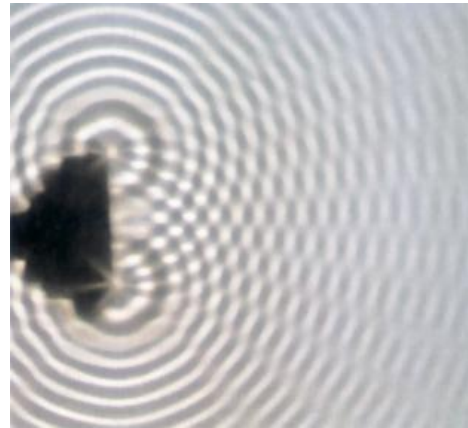
► *destruktive Interferenz*

Interferenz von Wasserwellen:

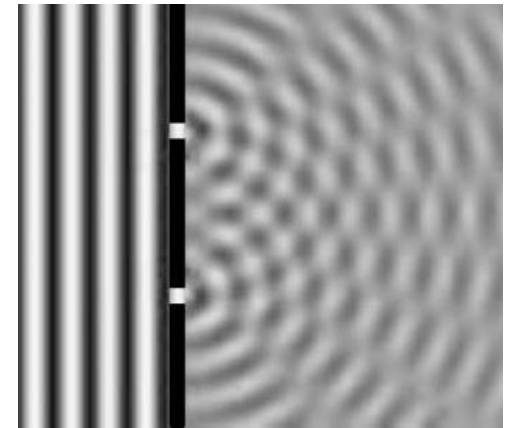
Interferenz nach
Beugung an zwei
Kanten eines
Hindernisses



Interferenz zweier
punktförmig erzeugten
Kreiswellen



Interferenz nach
Beugung an zwei
Spaltöffnungen



Bei der Interferenzen von Kreiswellen entstehen feste Bereiche der **Verstärkung** und der Abschwächung (**Auslöschung**).

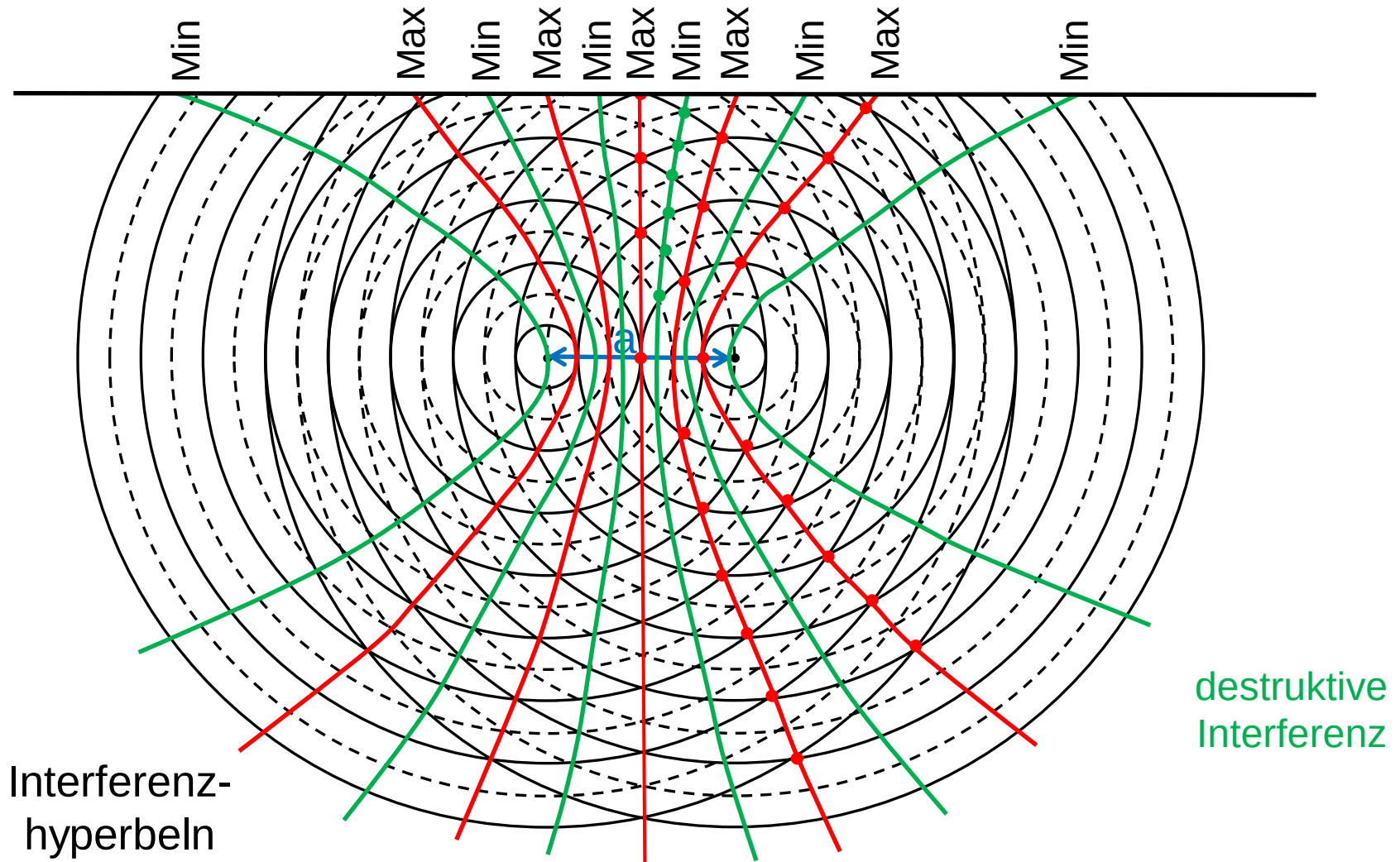
► Interferenzlinien

... Konstruktion der Interferenzbereiche:

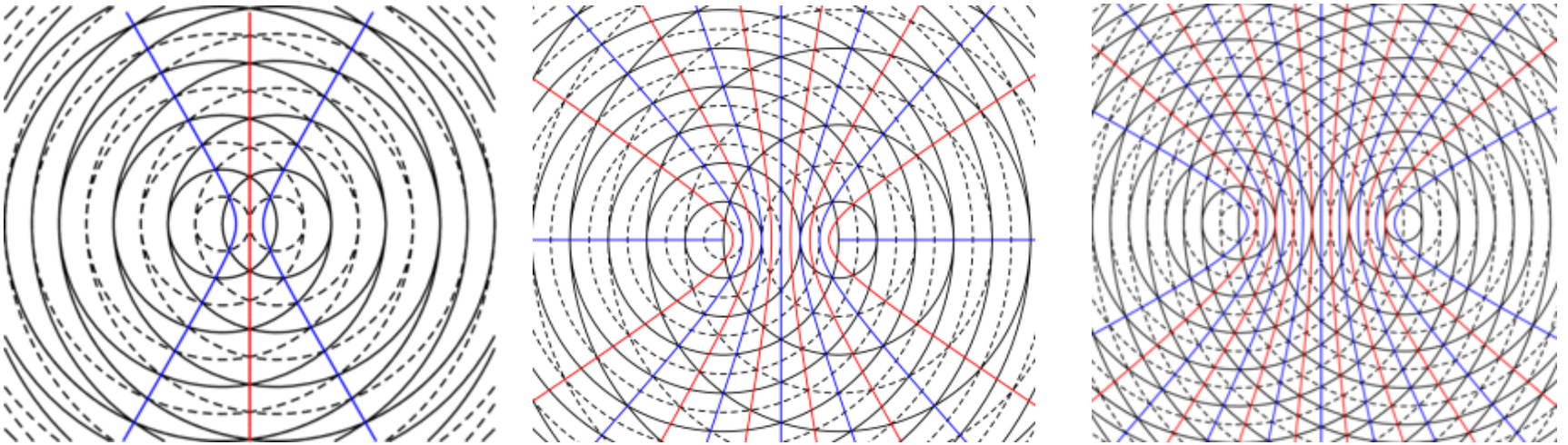
$$a = 3 \cdot \lambda$$

symmetrisch wechselnde Folge
von Minima und Maxima

konstruktive
Interferenz



Anzahl und Ort der Interferenzhyperbeln:

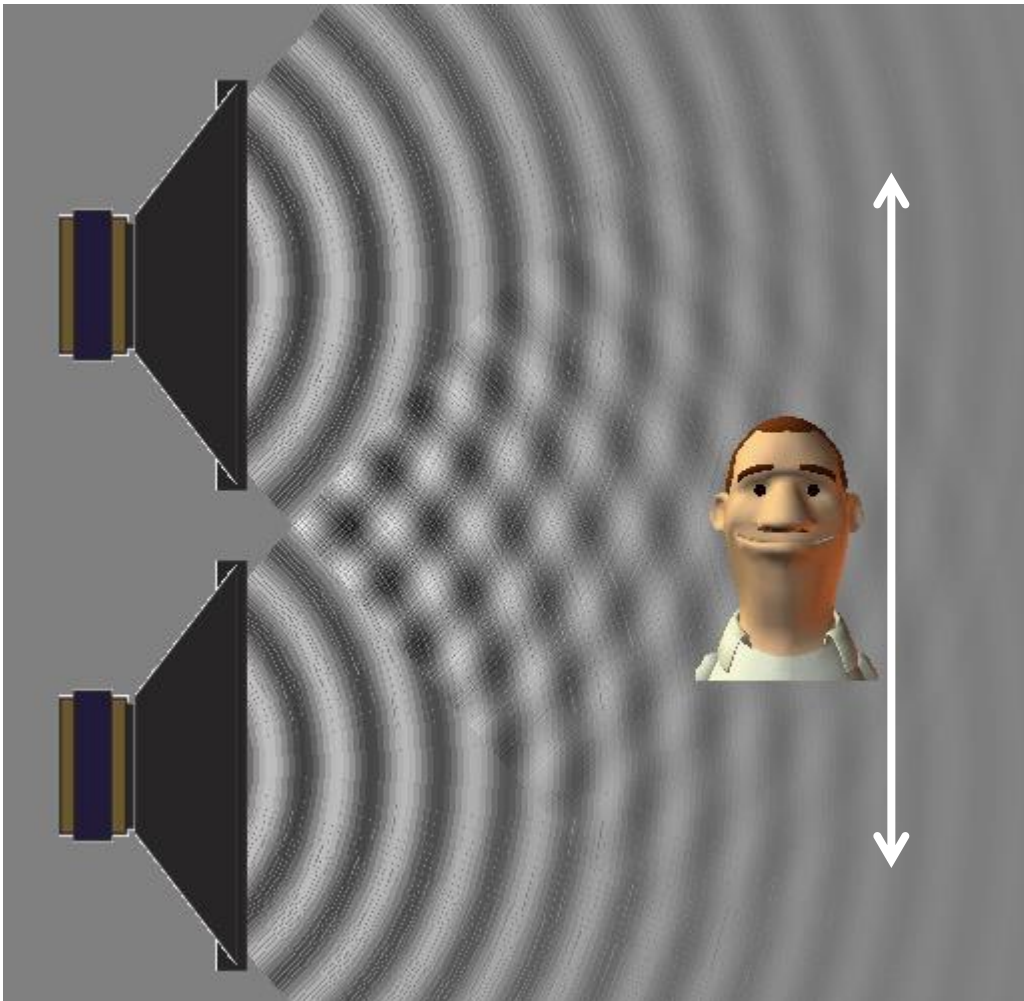


- ▶ Je größer der Abstand a der beiden Erregerzentren ($\lambda = \text{konstant}$), desto mehr Interferenzhyperbeln entstehen.
- ▶ Je kleiner die Wellenlänge λ ($a = \text{konstant}$), desto mehr Interferenzhyperbeln.

... beide Erreger schwingen gegenphasig?

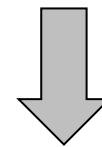
Die Interferenzhyperbeln für Minima und Maxima „tauschen“ sich aus.

Interferenz von Schallwellen ?



Auch Schallwellen
(Longitudinalwellen)
rufen Interferenz-
erscheinungen hervor.

Es treten Bereiche
der hörbaren
Verstärkung und
Abschwächung auf.



akustische
„Nebenwirkungen“
in Musiksälen

Interferenz an zwei Lautsprechern:

Die Schallwellen legen verschiedene Wege (s_1 und s_2) vom Lautsprecher zum Beobachter (Mikrofon) zurück.

Es tritt ein Gangunterschied $\Delta s = s_1 - s_2$ auf.

(1) konstruktive Interferenz:

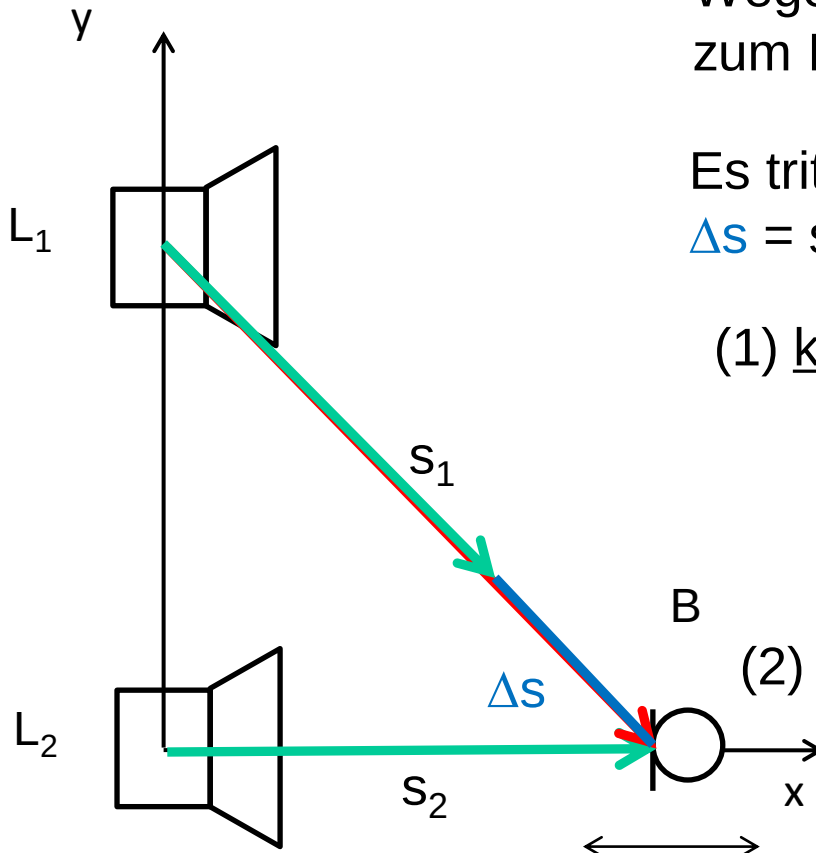
- beide Wellen in Phase

$$\Delta s = k \cdot \lambda$$

(2) destruktive Interferenz:

- beide Wellen gegenphasig

$$\Delta s = \frac{(2k + 1)}{2} \cdot \lambda$$

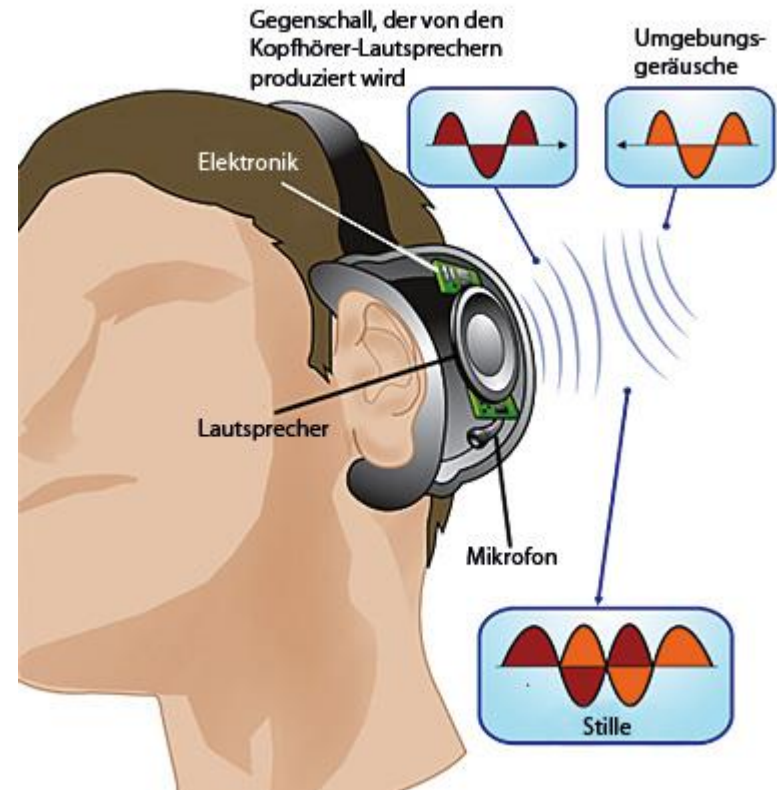
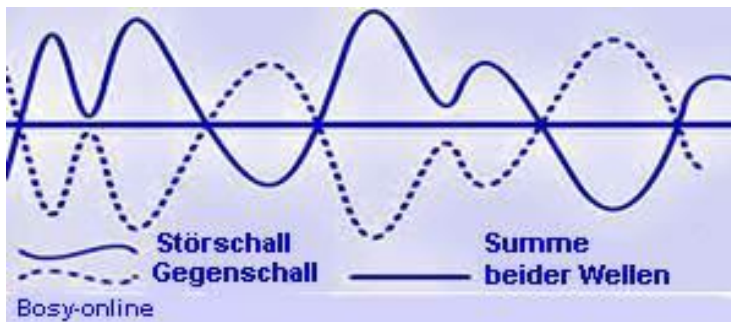


Anwendung von Schallinterferenzen:

→ Erzeugung von Antischall

Darunter versteht man Schall, der künstlich erzeugt wird, um mittels destruktiver Interferenz Schall auszulöschen.

→ aktive Lärmkompensation



... auch Einsetzung in Autos und Flugzeugen ...

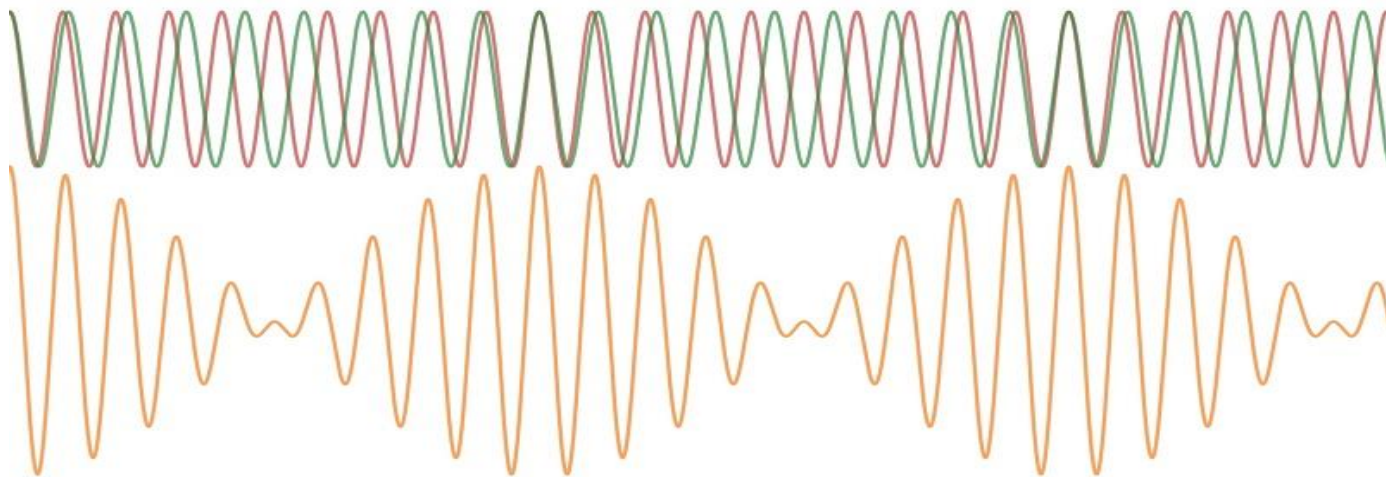
* ... eine besondere Form der Überlagerung ...

Zwei Schallwellen deren Frequenzen sich nur geringfügig unterscheiden treffen aufeinander.

akustische Wahrnehmung:

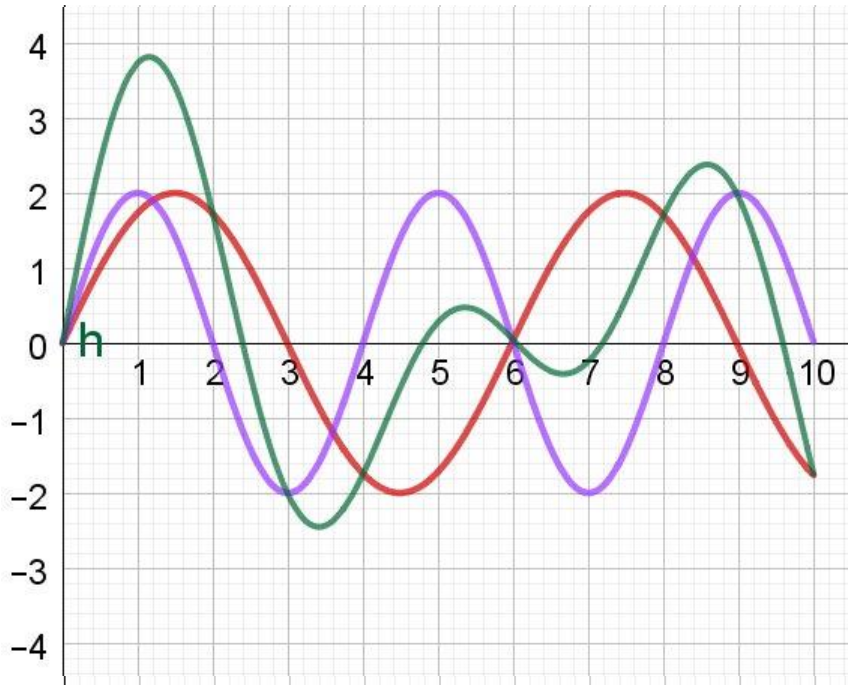
- Die Lautstärke des Tones ändert sich periodisch.
- Je kleiner der Frequenzunterschied, desto größer der zeitliche Abstand zwischen einem lauten und leisen Ton.

Den Effekt, der Überlagerung zweier Wellen mit geringem Frequenzunterschied bezeichnet man als **Schwebung**.



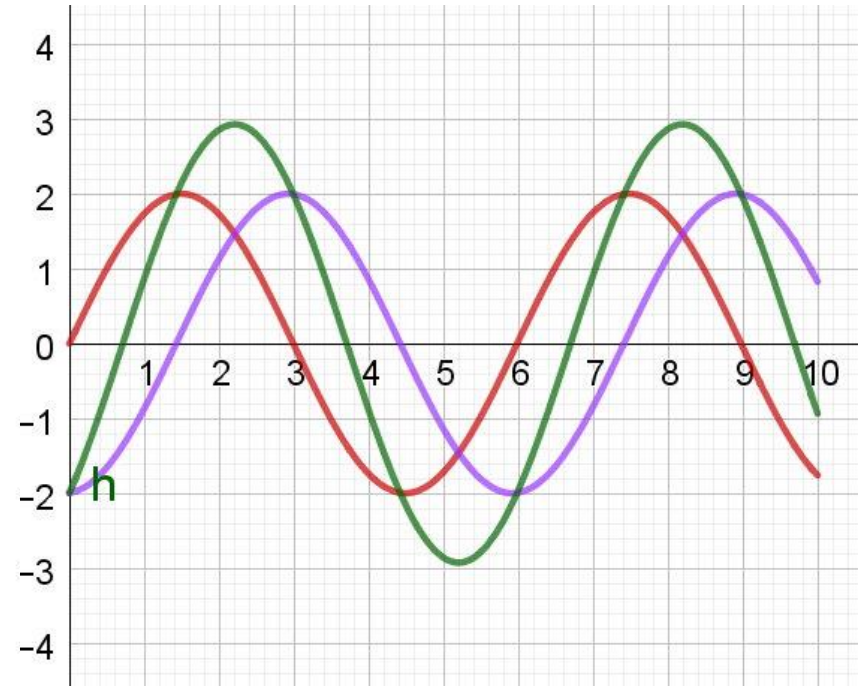
Überlagerung zweier harmonischer Wellen:

$$\lambda_1 < \lambda_2$$



... disharmonisch

$$\lambda_1 = \lambda_2$$



... harmonisch