

1. Einführung

- 1.1. Was ist Physik?
- 1.2. Physikalische Größen und Einheiten
- 1.3. Messungen, Datenauswertung, Fehler

2. Klassische Mechanik

- 2.1. Kinematik der Massenpunkte
- 2.2. Dynamik der Massenpunkte
- 2.3. Systeme von Massenpunkten
- 2.4. Rotation

3. Gravitation

- 3.1. Gravitationsgesetz
- 3.2. Feld und Potential

3.3. Planetenbahnen: Kepler

3.4. Massenverteilungen

3.5. Dunkle Materie

4. Relativistische Mechanik

4.1. Bezugssysteme und Transformationen

4.2. Spezielle Relativitätstheorie

4.3. Relativistische Dynamik

Text

5. Feste Körper und Flüssigkeiten

5.1. Feste Körper

5.2. Hydrostatik und Hydrodynamik

6. Schwingungen und Wellen

6.1. Schwingungen

6.2. Wellen

Zusammenfassung von *v29 vom 07. Februar 2013*

Superposition/Interferenz von Wellen: Addition zweier WF führt auf
 $y_1 + y_2 = 2A \cos(\delta/2) \cdot \sin(kx - \omega t + \delta/2)$

Diskussion $\delta=0, 2\pi, 4\pi, \dots$ **konstruktive Interferenz**
 $\delta=\pi/2, 3\pi/2, \dots$ **destruktive Interferenz**

Gegenläufige Wellen: $y_{R,L} = A \sin(kx \mp \omega t)$; R : " - " L : " + "
faktoriert in Orts- und Zeitanteil: $k = 2\pi/\Lambda; \omega = 2\pi f$
 $y = y_R + y_L = 2A \cdot \cos(\omega t) \cdot \sin(kx)$

Randbedingungen einer Saite der Länge L für **stehende Wellen:**
fest - fest: $k_n L = n \pi, n = 1, 2, 3, \dots$
fest - offen: $k_m L = (2m-1) \pi/2, m = 1, 2, 3, \dots$

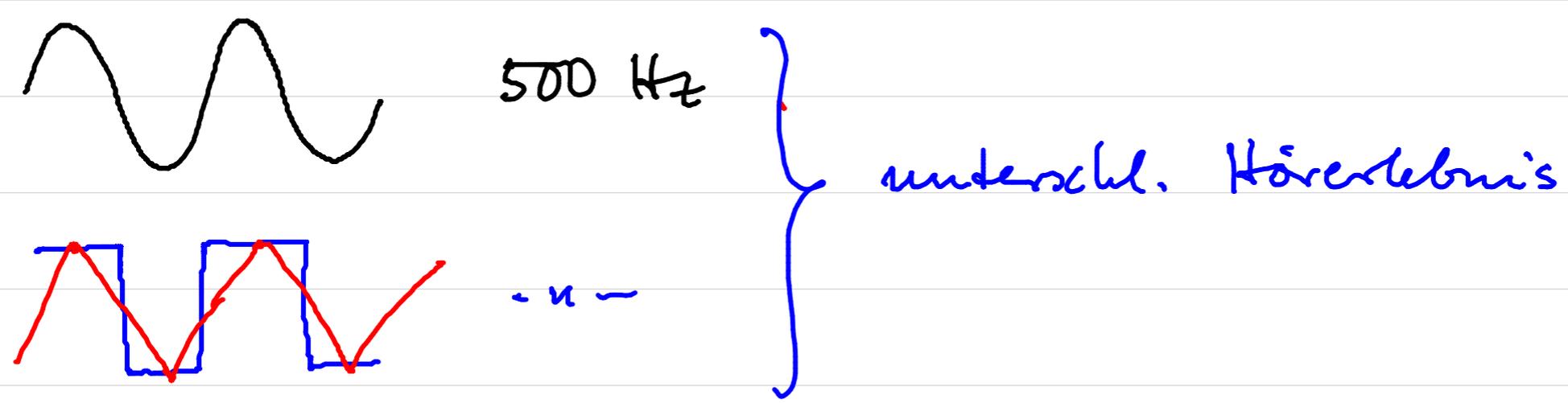
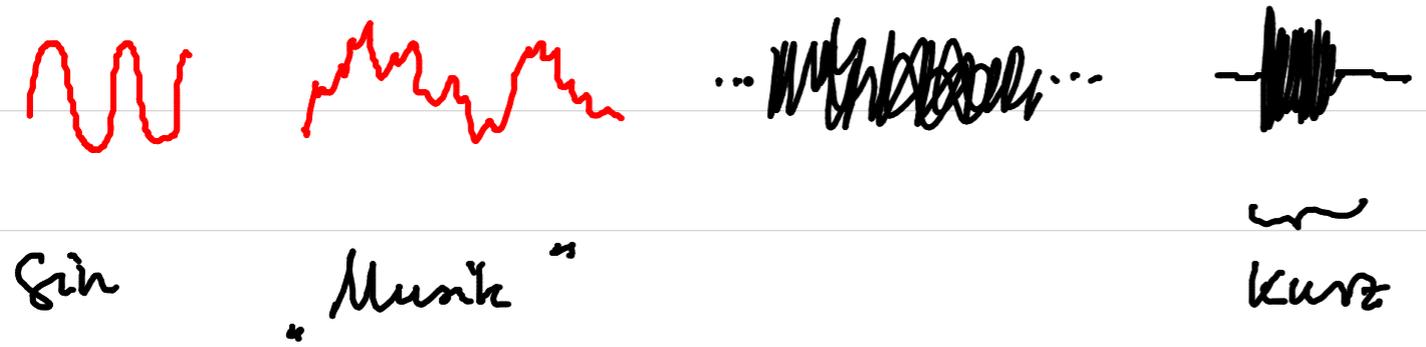
Übertragene Leistung durch eine Welle: $P_{Welle} = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 v$

Schallgeschwindigkeiten in Festkörper	Flüssigkeit	Gasen
$v_S^2 = E/\rho$	$v_S^2 = K/\rho$	$v_S^2 = \gamma RT/M$

Schall, Ohr, Dopplereffekt → SS'13

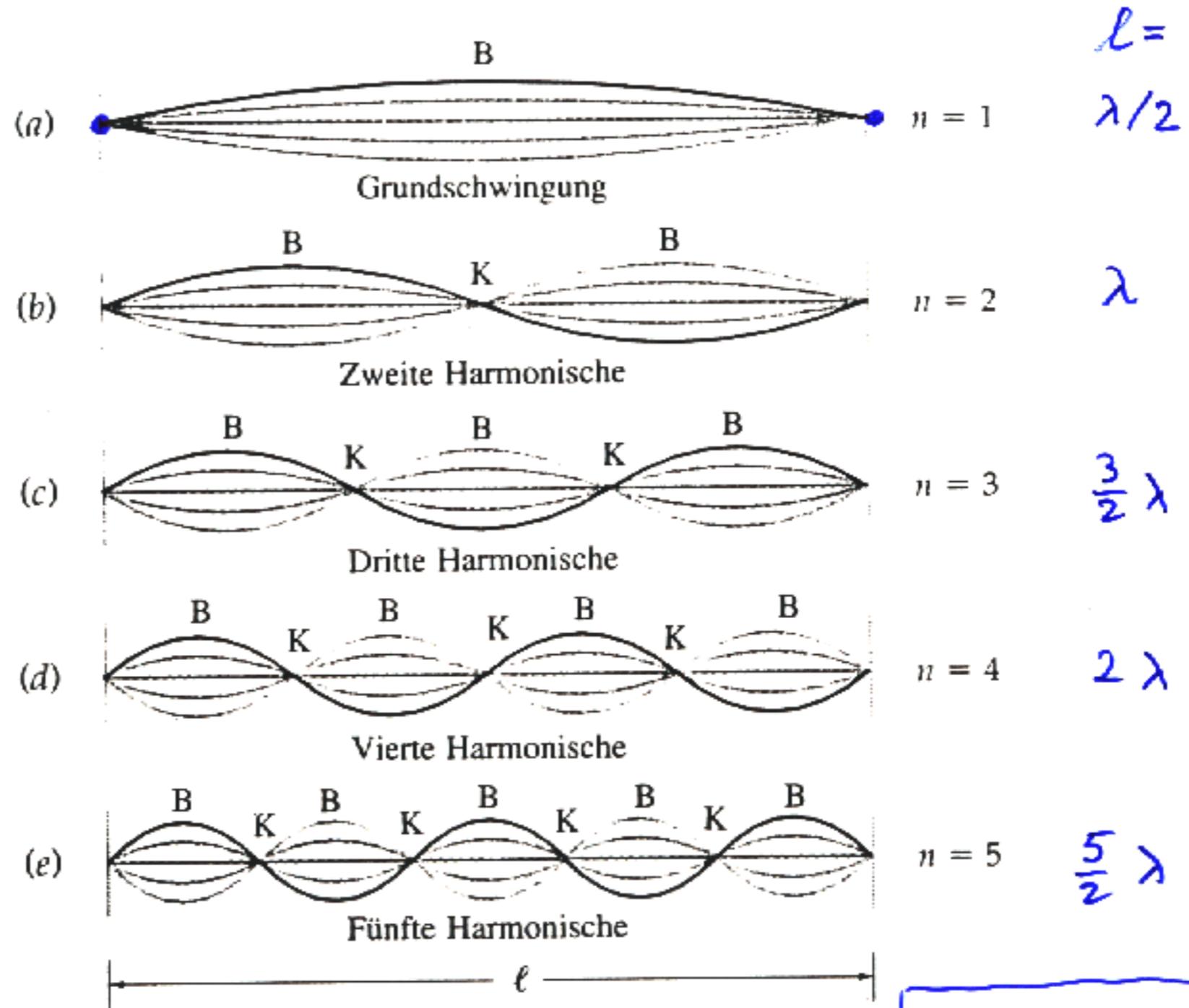
↓
Versuch [vgl Licht]

Ton - Klang - Geräusch - Knall



letzte Seite vom Wintersemester...

Stehende Wellen
Beide Enden fest



mit $\lambda \cdot f_n = v = \text{konst.}$:

$$f_m = n \cdot \frac{v}{2l} \iff v = 2l \cdot \frac{f_m}{n}$$

allg. $l = n \cdot \frac{\lambda}{2}$

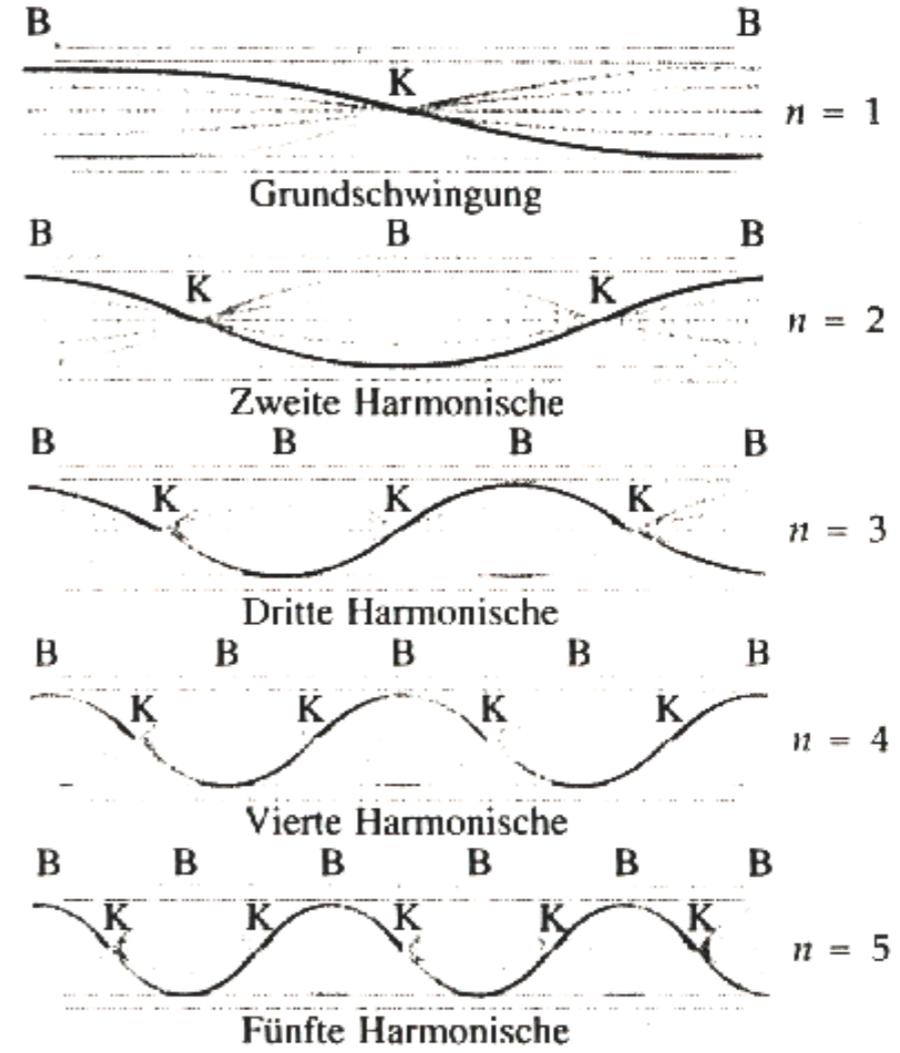
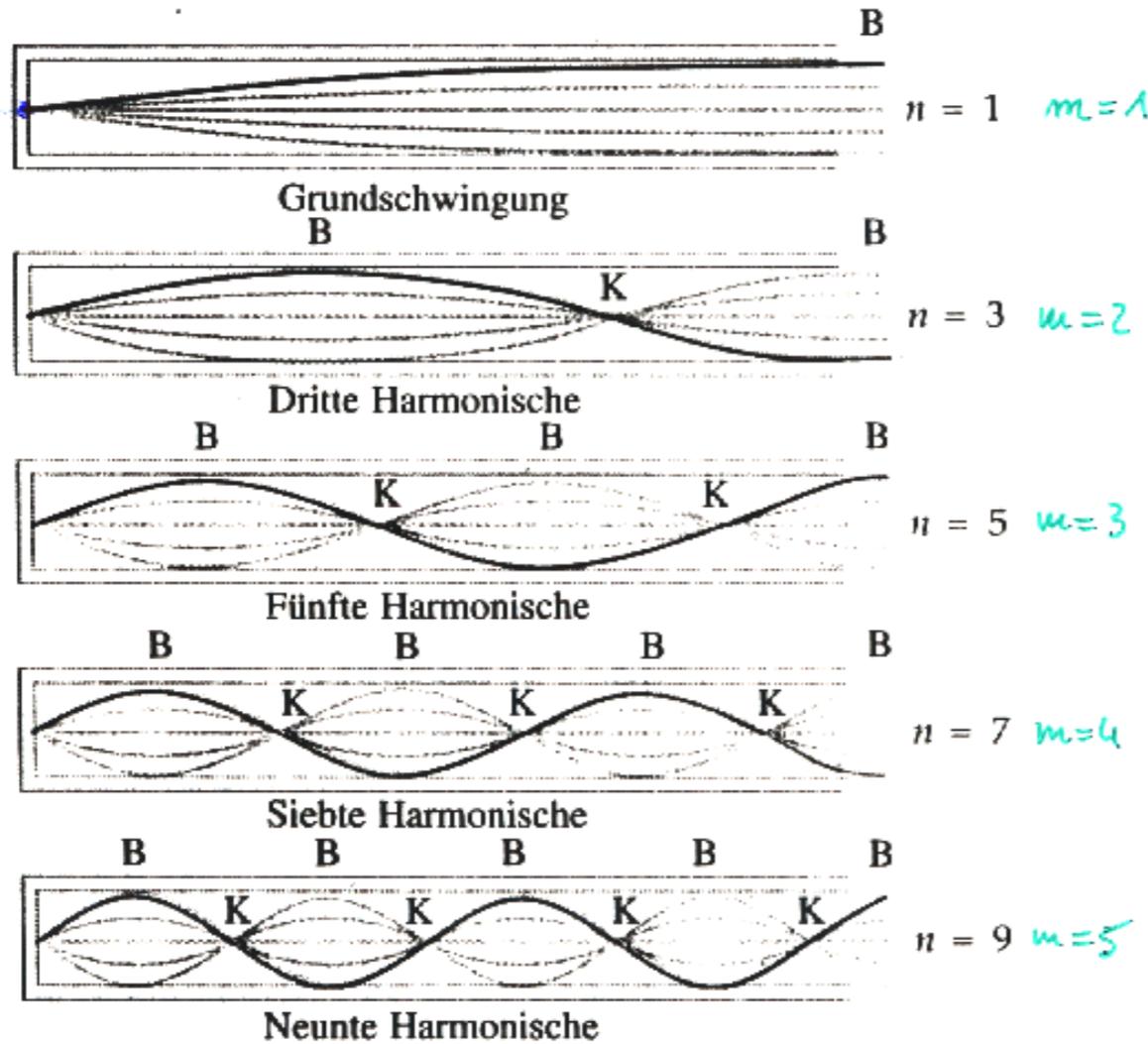
Stehende Wellen

fest

offen

offen

offen

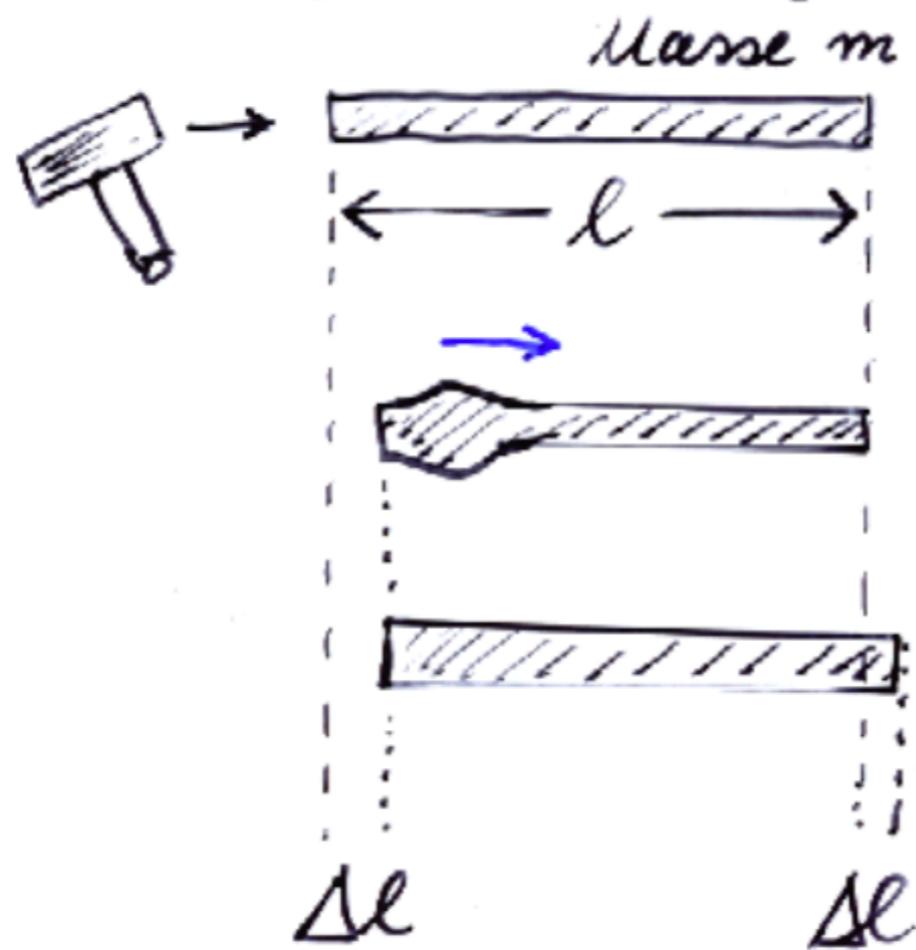


$l = n \frac{\lambda}{2}$ wie für "fest-fest"

$$l = n \frac{\lambda}{4} = \frac{2m-1}{4} \lambda$$

$n = 1, 3, 5, \dots$ $m = 1, 2, 3, \dots$

● Schallgeschwindigkeit in elastischen Stäben:



$$t = 0$$

Ausbreitung

$$t = \Delta t$$

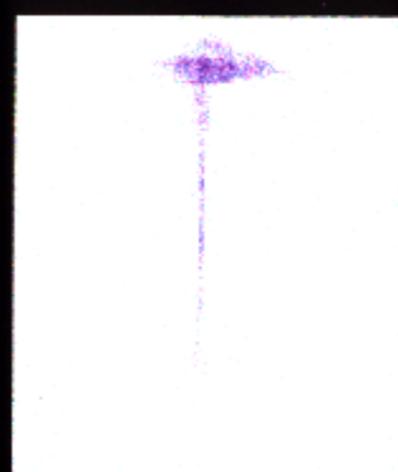
$$v = \Delta l / \Delta t$$

Geschwindigkeit
des gesamten Stabes
($v(0) = 0$)

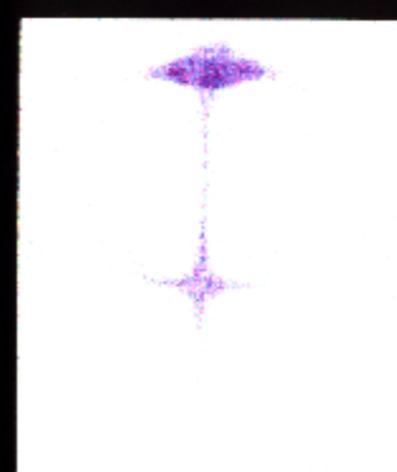
Querschnitt A
Dichte ρ
Elastizitätsmodul
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{F/A}{\Delta l/l}$



523 Hz



1569 Hz



2532 Hz



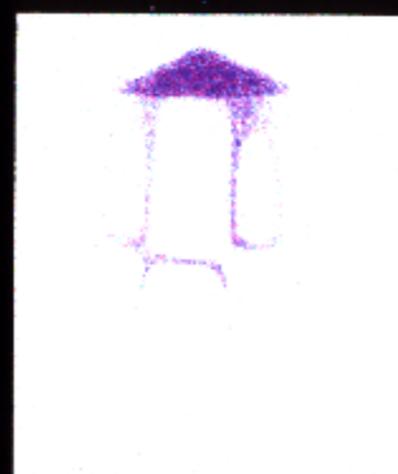
2819 Hz



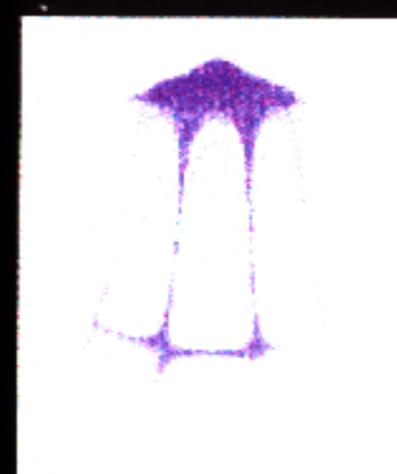
3104 Hz



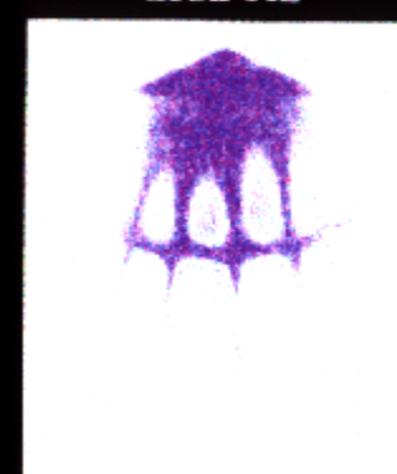
3866 Hz



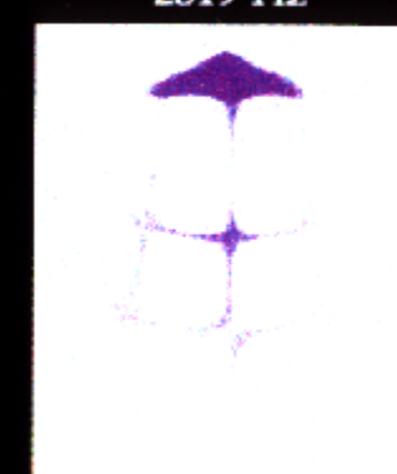
3957 Hz



4709 Hz



5323 Hz



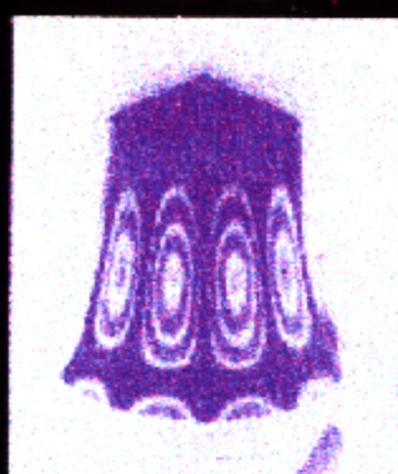
5435 Hz



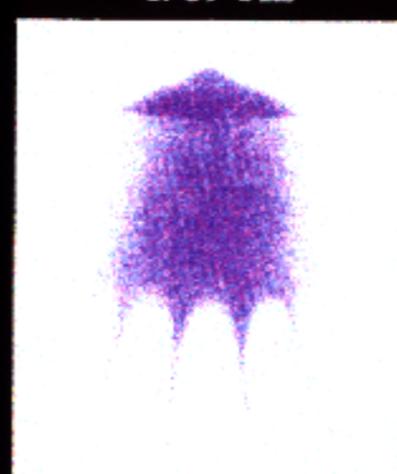
6137 Hz



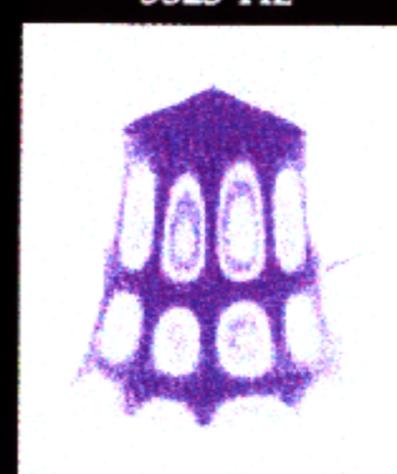
6263 Hz



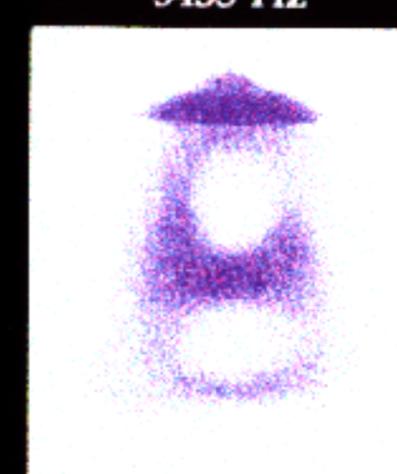
6571 Hz



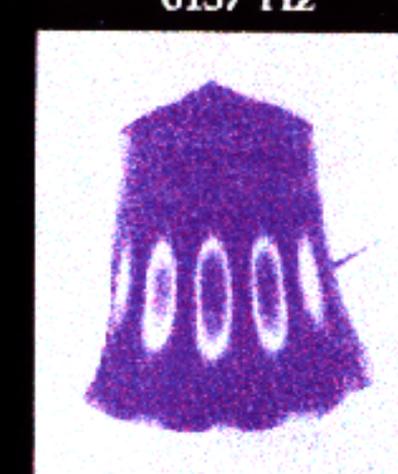
6892 Hz



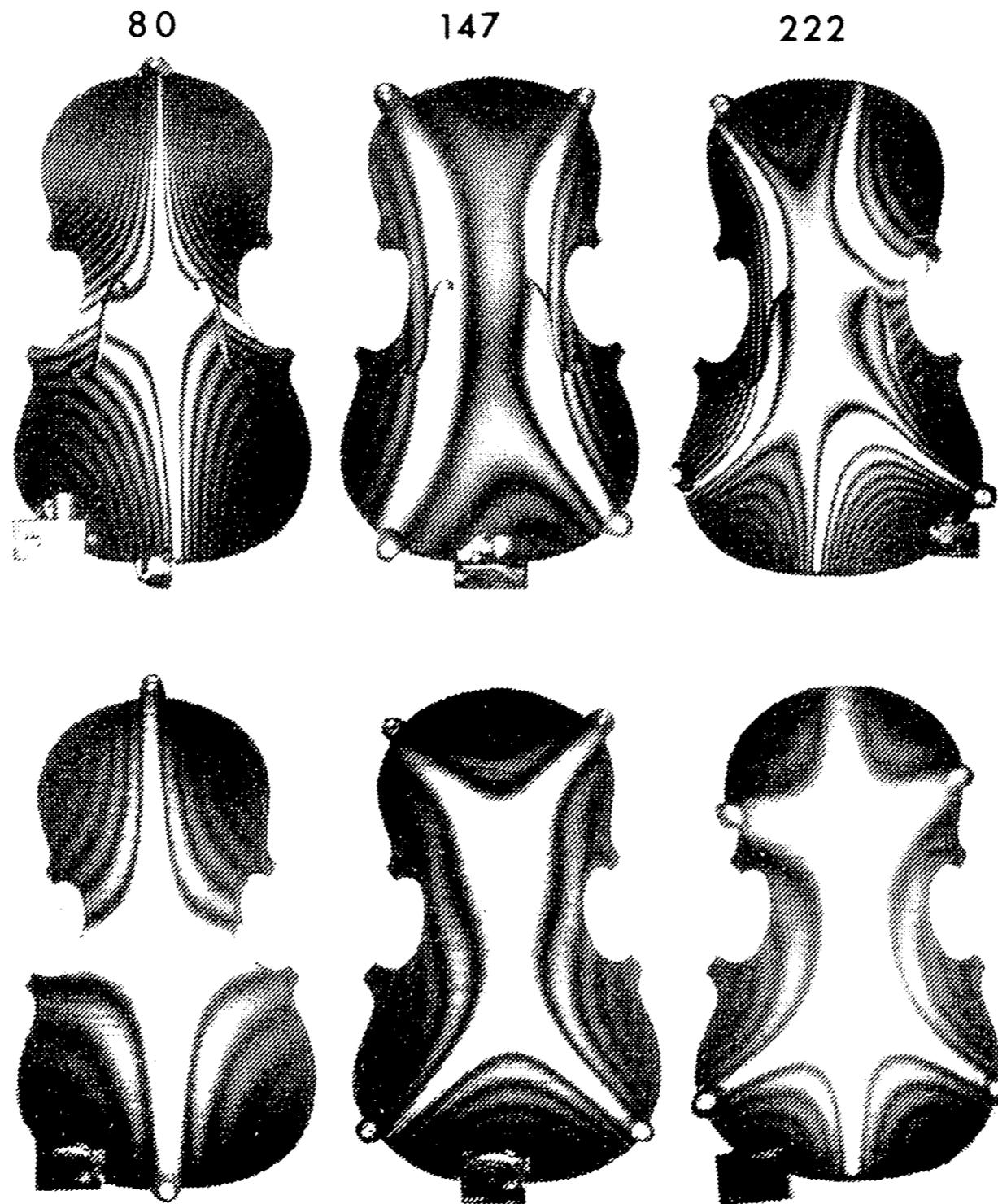
7962 Hz



8002 Hz



8639 Hz



Demtröder **Abb. 11.94.** Holographische Interferogramme des Geigendeckels (*oben*) und Geigenbodens (*unten*) für verschiedene Frequenzen in Hz. Die Muster geben gemittelte Auslenkungen der Oberfläche an, die sich zwischen zwei „Höhenlinien“ um λ ($\approx 0,6 \mu\text{m}$) unterscheiden [11.20]

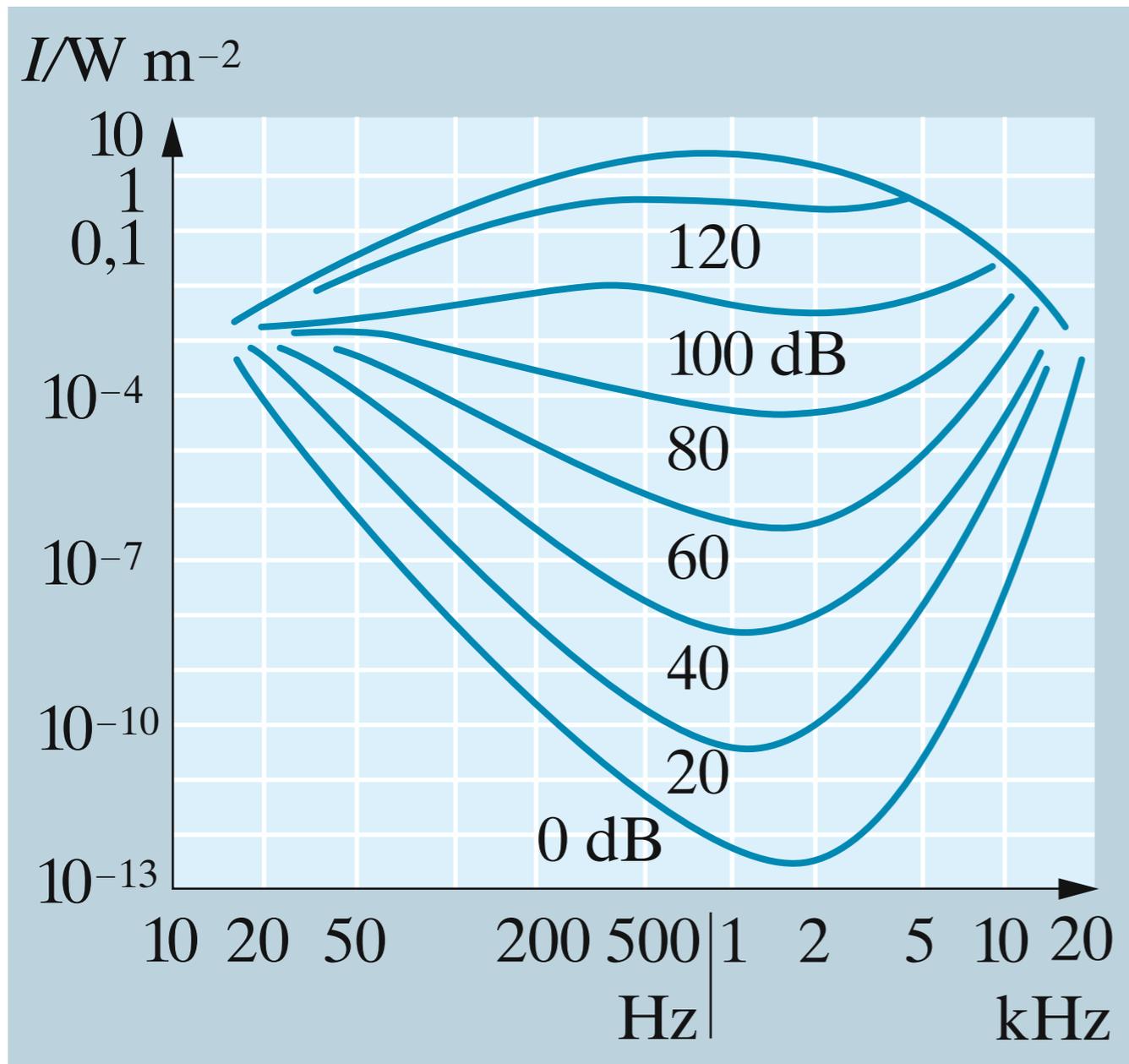


Abb. 4.69. Die „Hörfläche“ gibt an, bei welchen Schallintensitäten und -frequenzen das menschliche Ohr einen bestimmten Lautstärkeindruck hat

Gerthsen

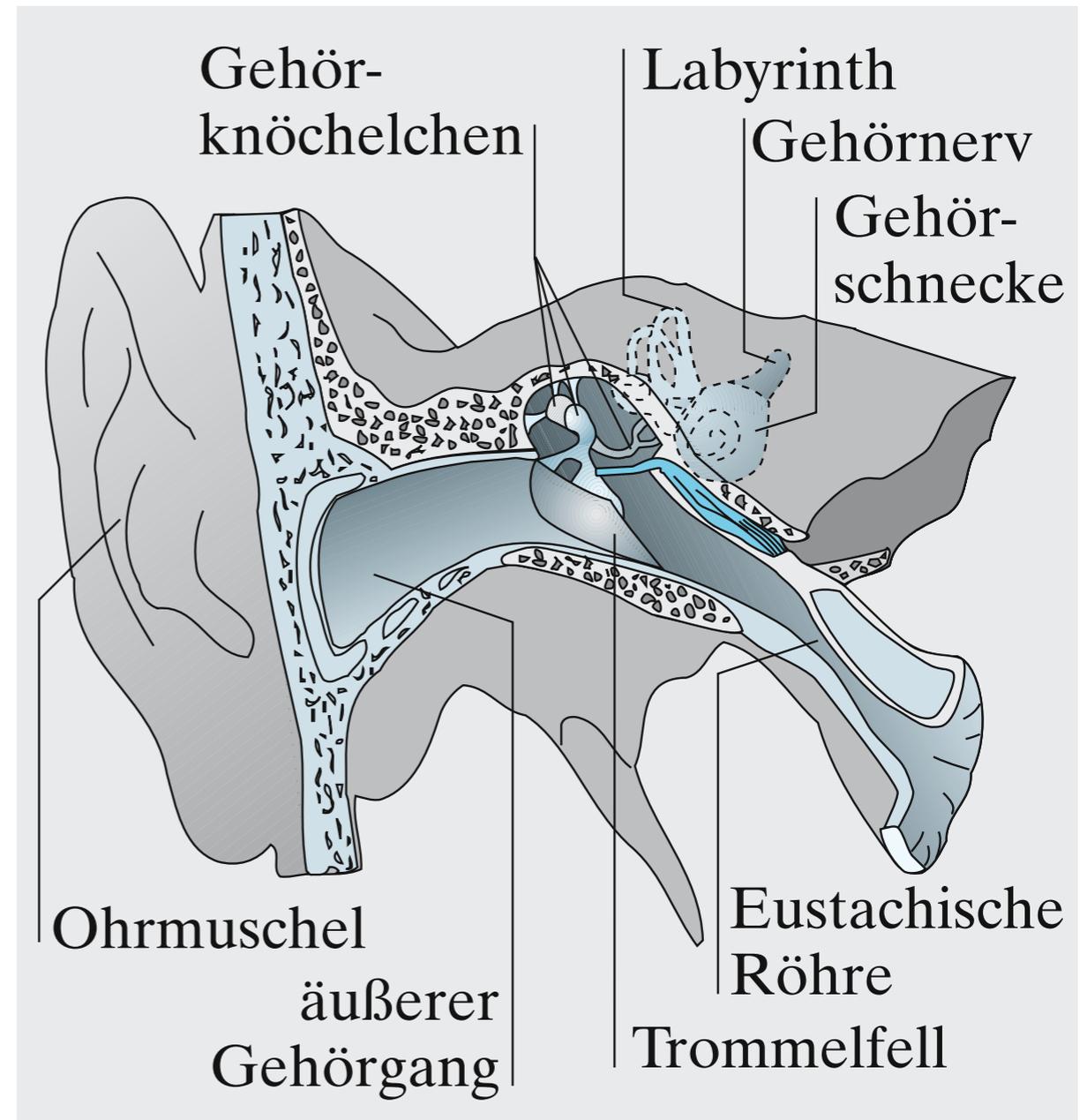
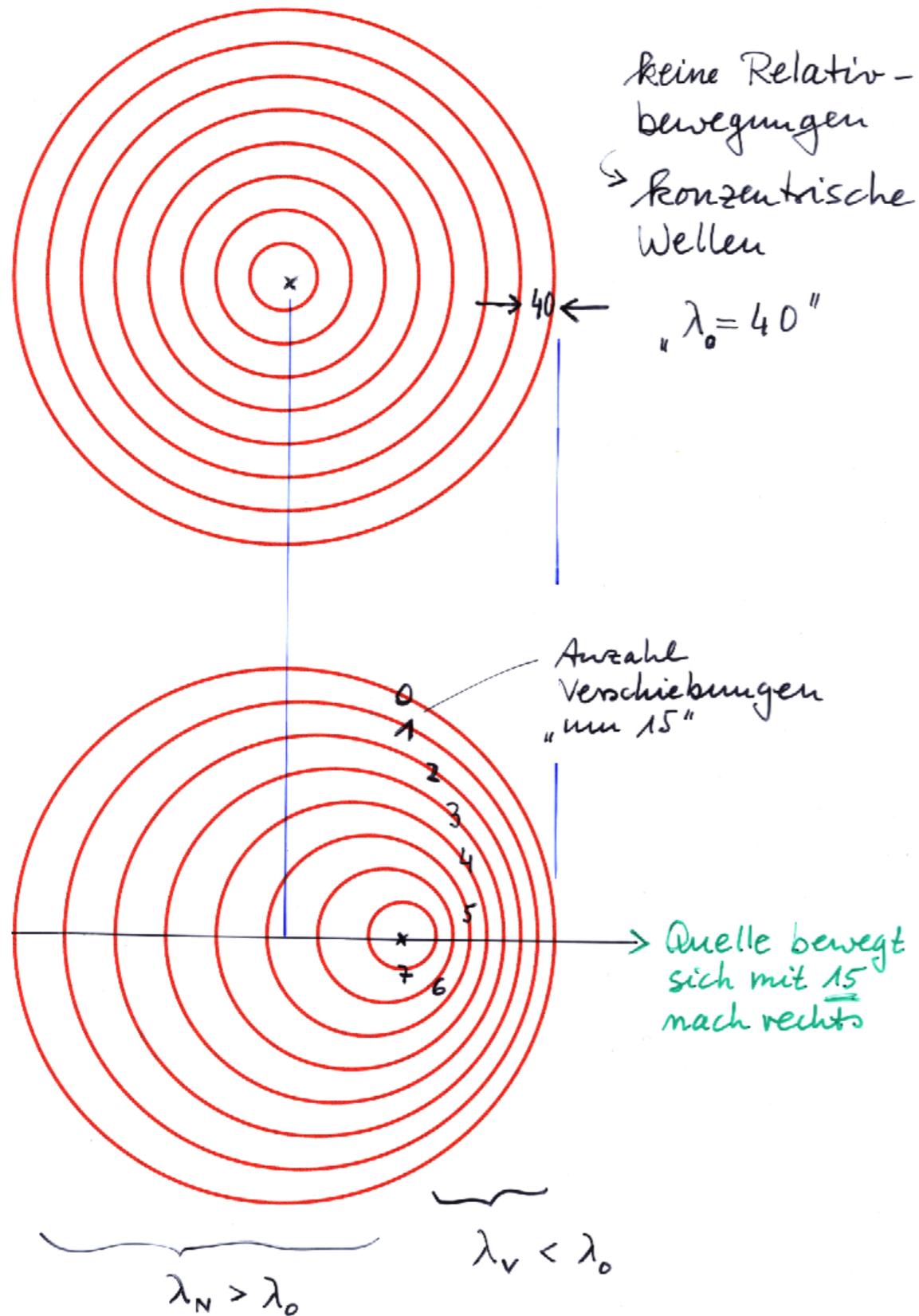


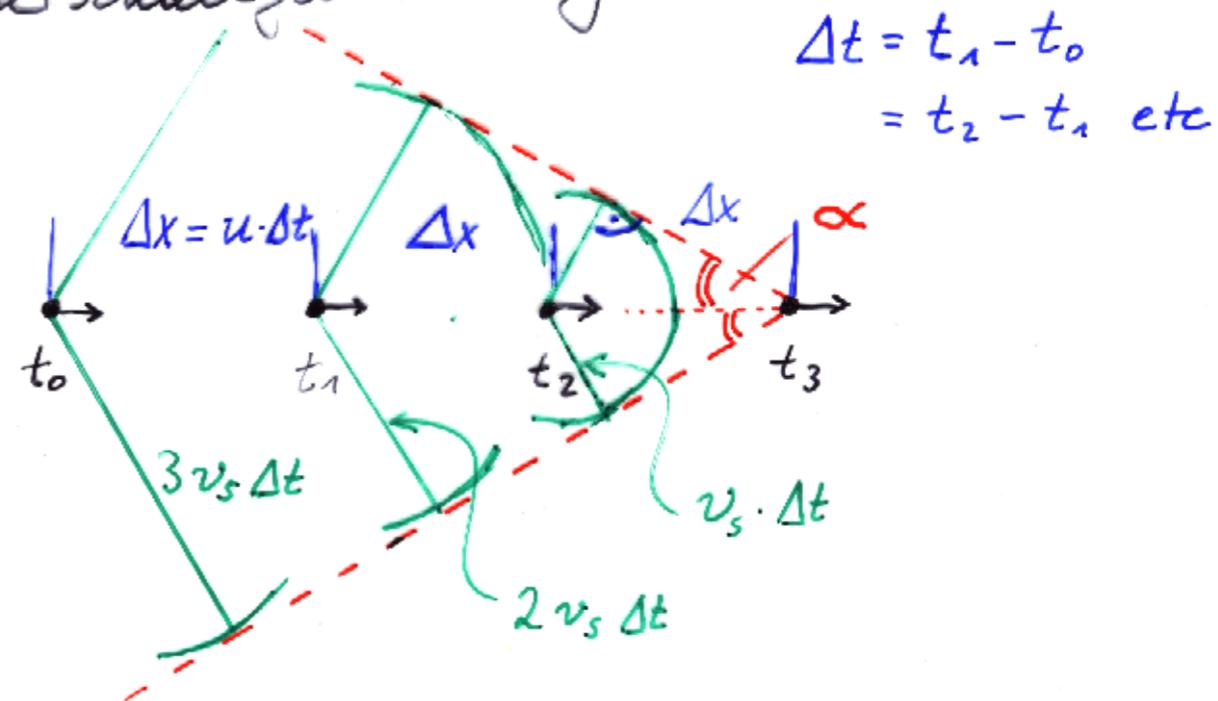
Abb. 4.70. Das menschliche Ohr: Gehörgang, Trommelfell, Mittelohr mit Gehörknöchelchen und Eustachischer Röhre, Innenohr mit den drei Ringen des Gleichgewichtsorgans (Labyrinth) und der Schnecke, an der der Gehörnerv ansetzt

Dopplereffekt bei Schall



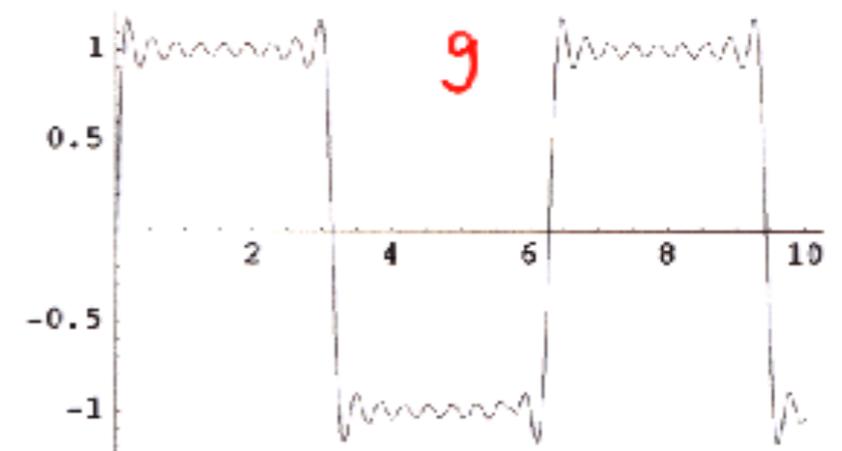
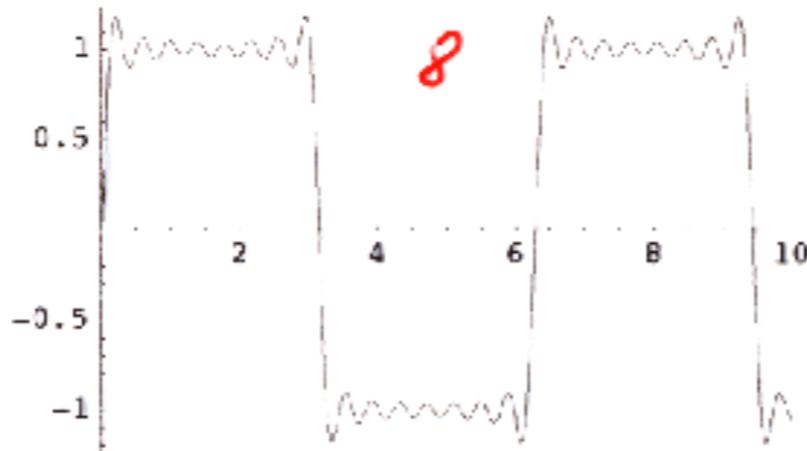
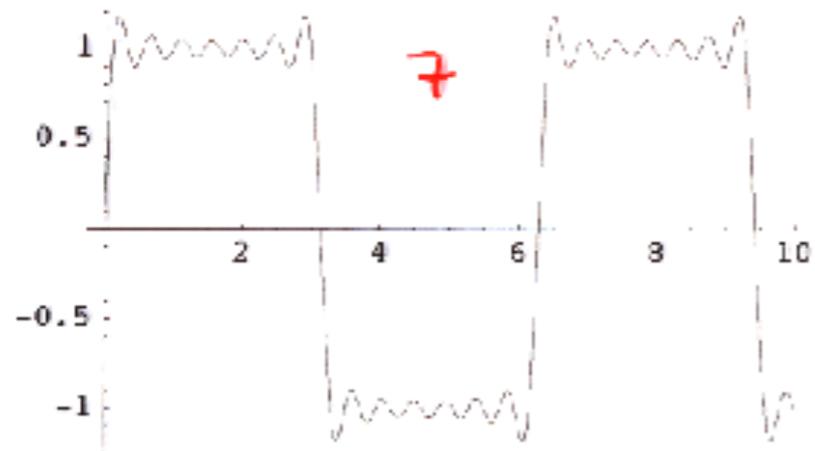
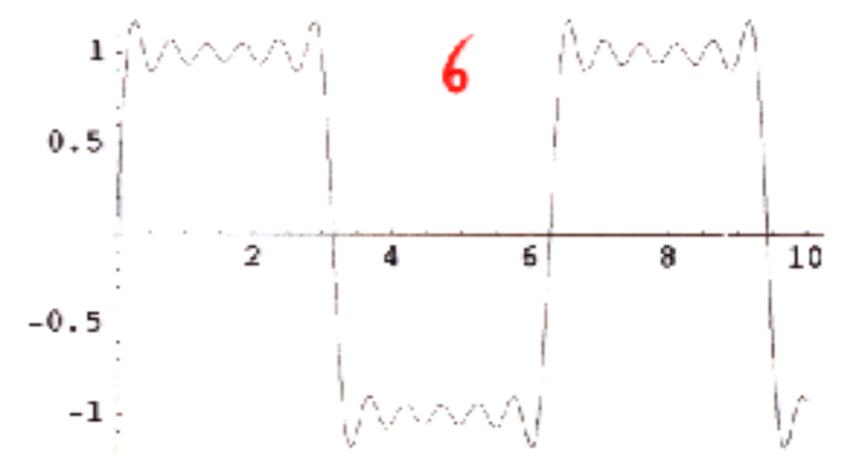
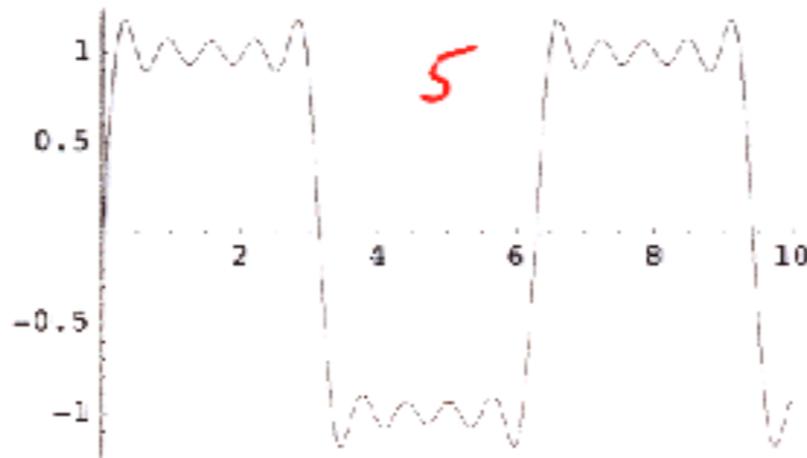
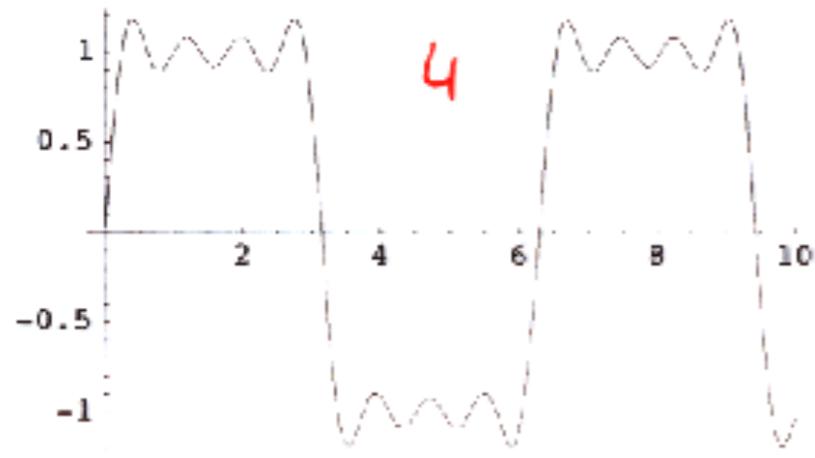
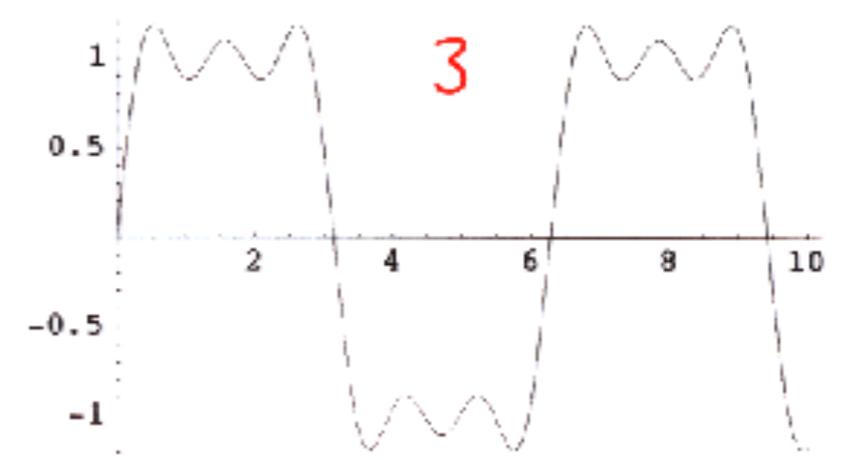
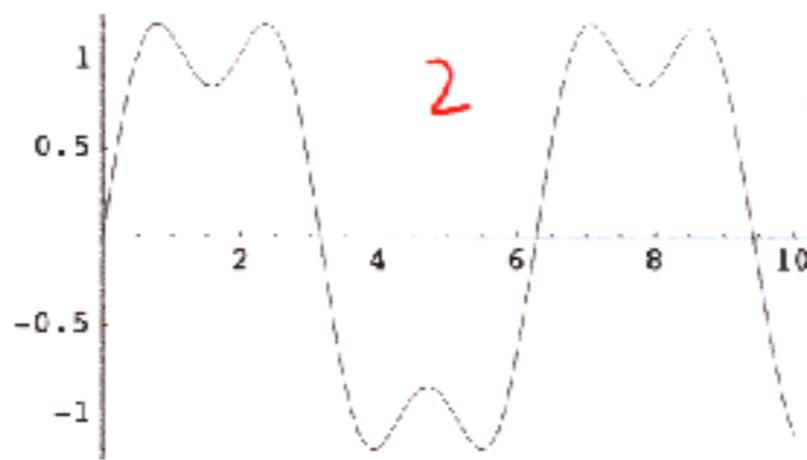
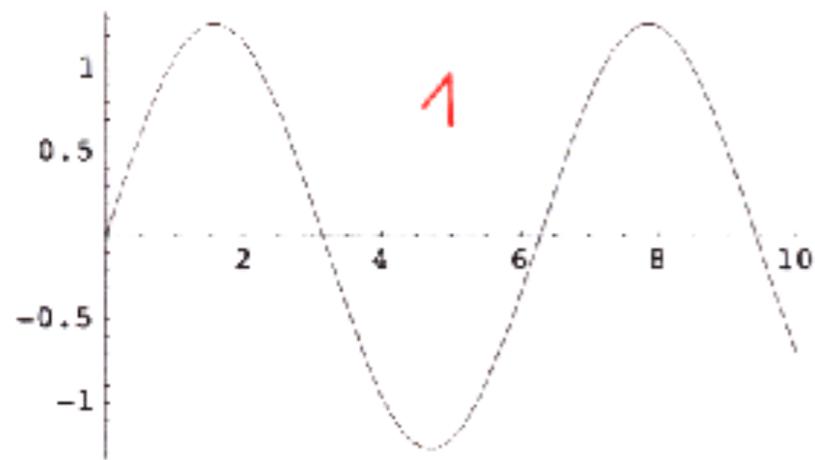
"Überschallknall"

Schallquelle bewegt sich mit $u_q > v_s$:
 "Überschallgeschwindigkeit"



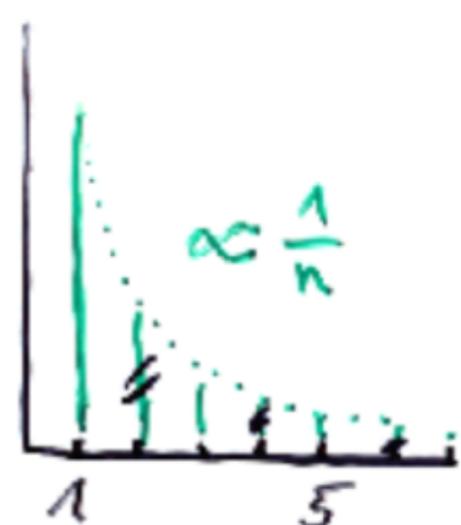
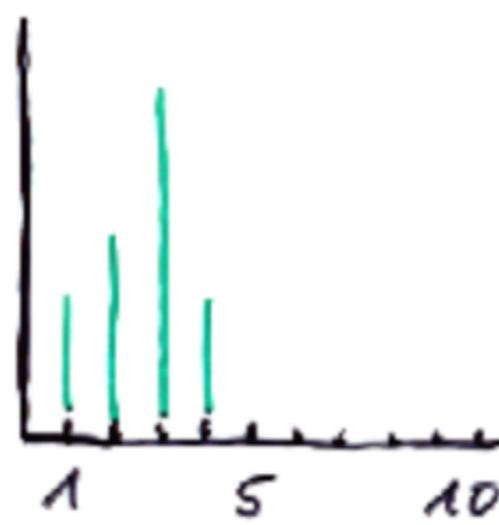
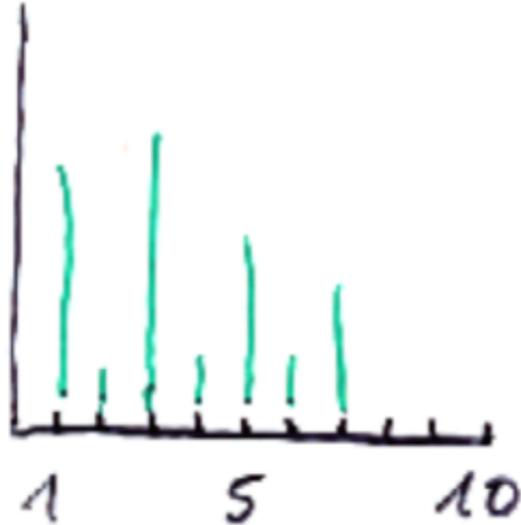
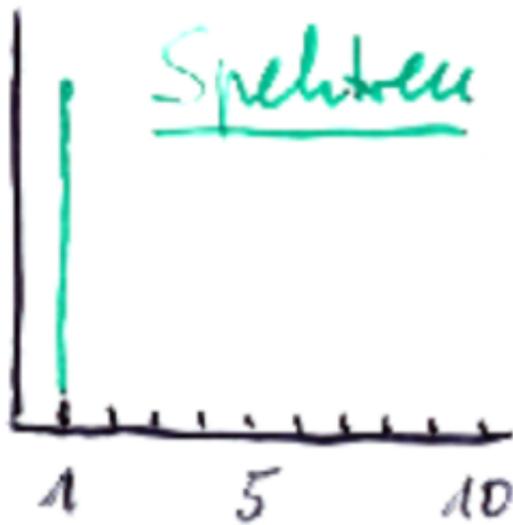
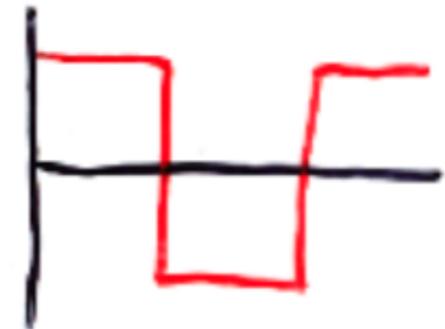
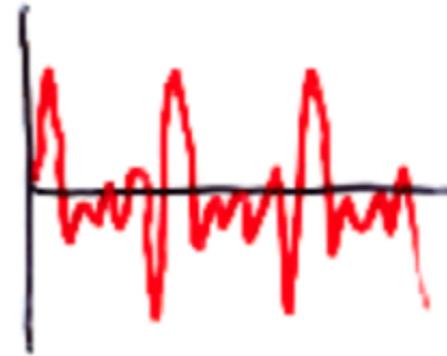
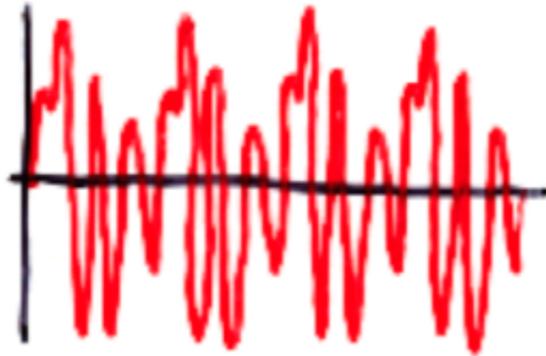
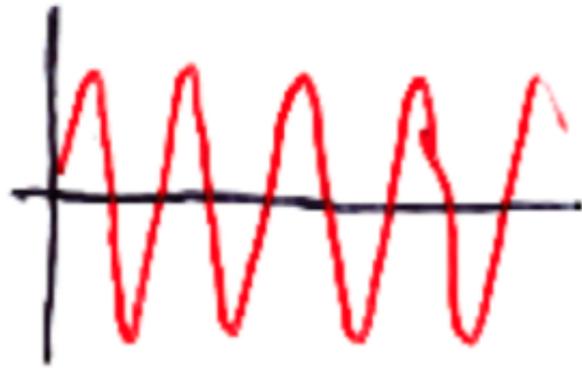
$$\sin \alpha = \frac{v_s \cdot \Delta t}{u \cdot \Delta t} = \frac{v_s}{u} \quad \underline{\text{Machkegel}}$$

Fouriersynthese



Frequenzspektren Beispiele (1)

Wellenformen:



Stimmungsgabel

Klarinette

Horn

Rechteck

alle Wellenzüge jeweils gedacht von $-\infty \dots +\infty$

Frequenzspektren Beispiele (2)

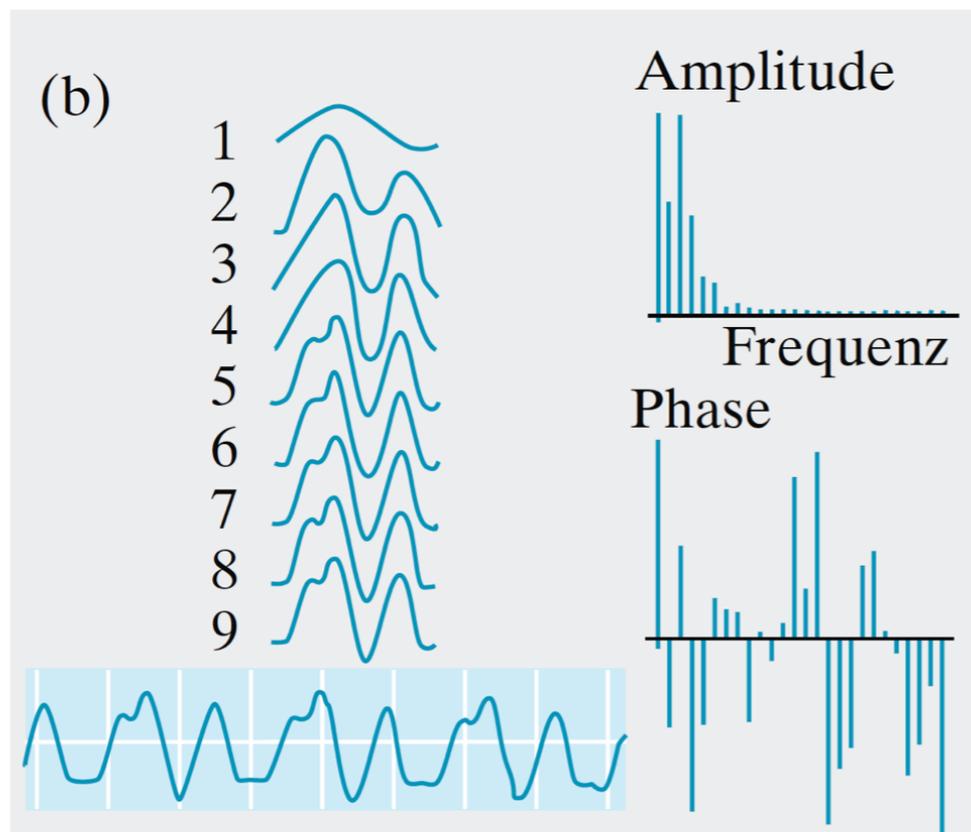
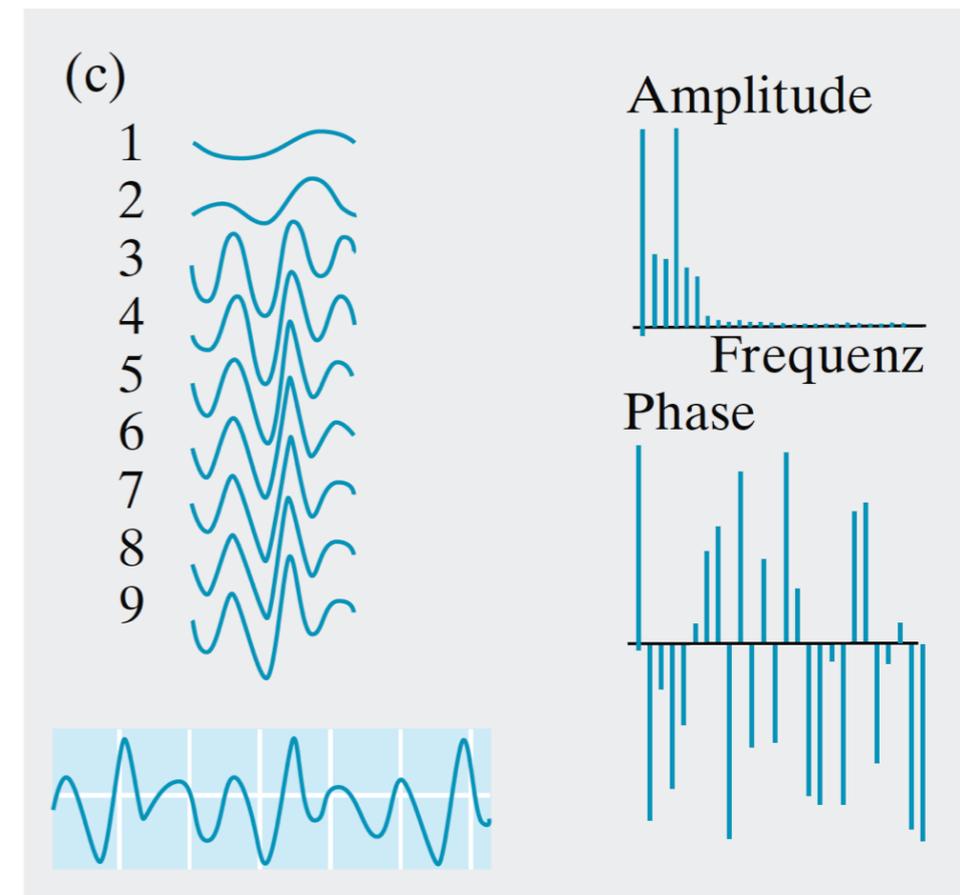
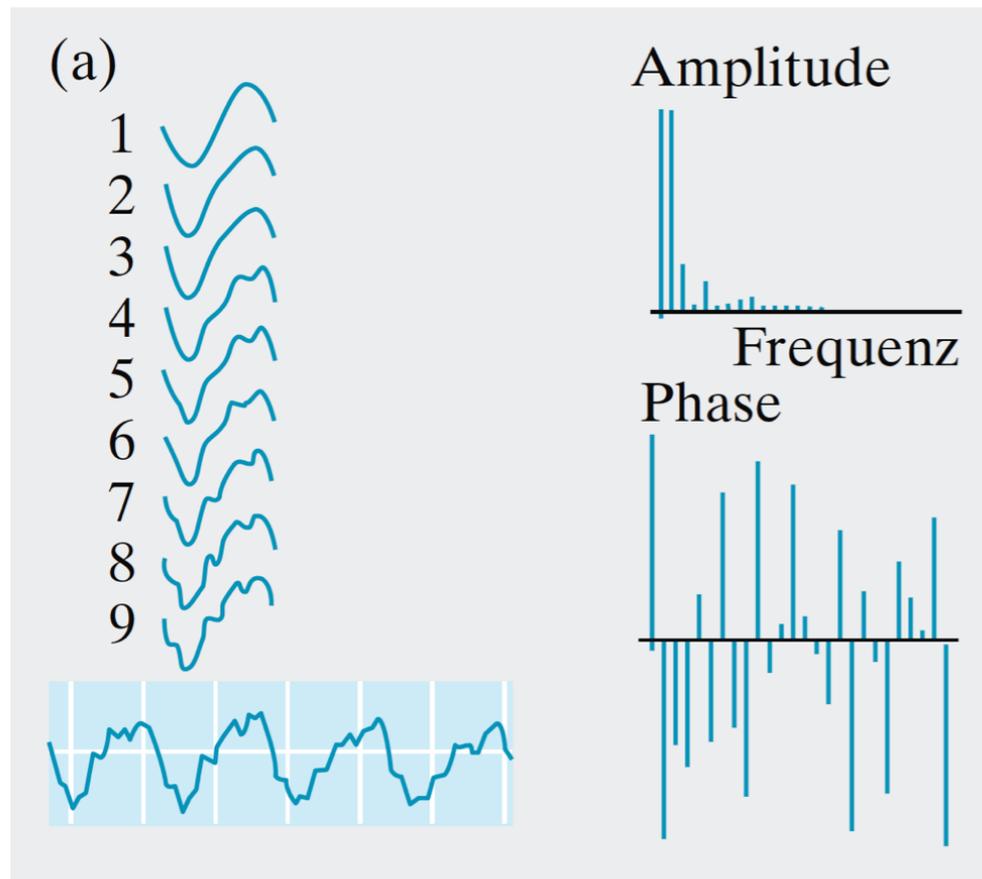


Abb. 4.68. Oszillogramme der Töne von (a) Violine, (b) Klarinette und (c) Trompete mit ihrer Obertonentwicklung

Frequenzspektren Beispiele (3)

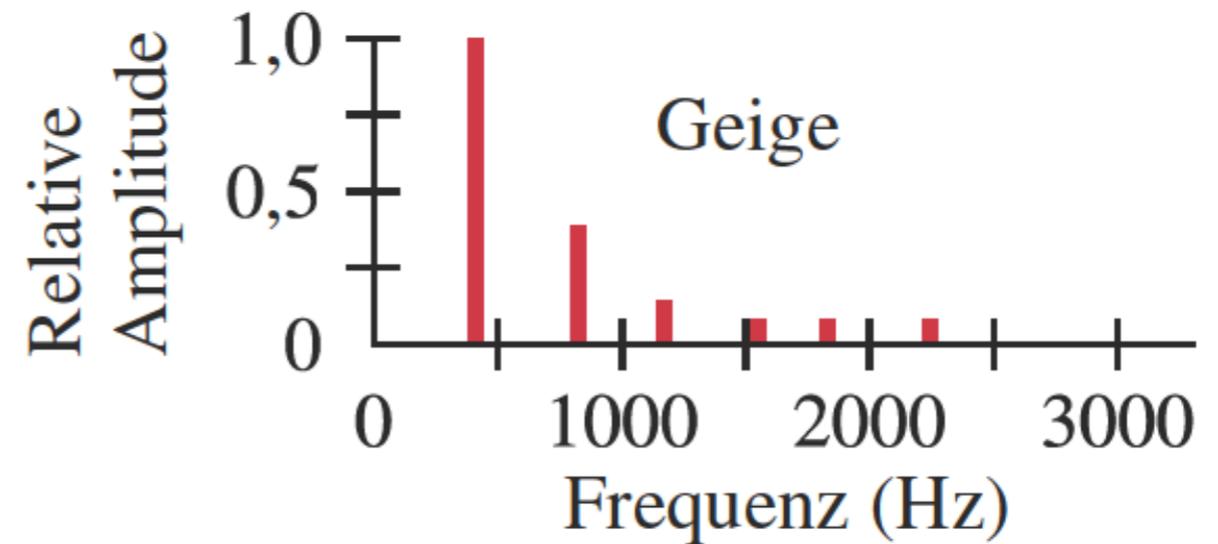
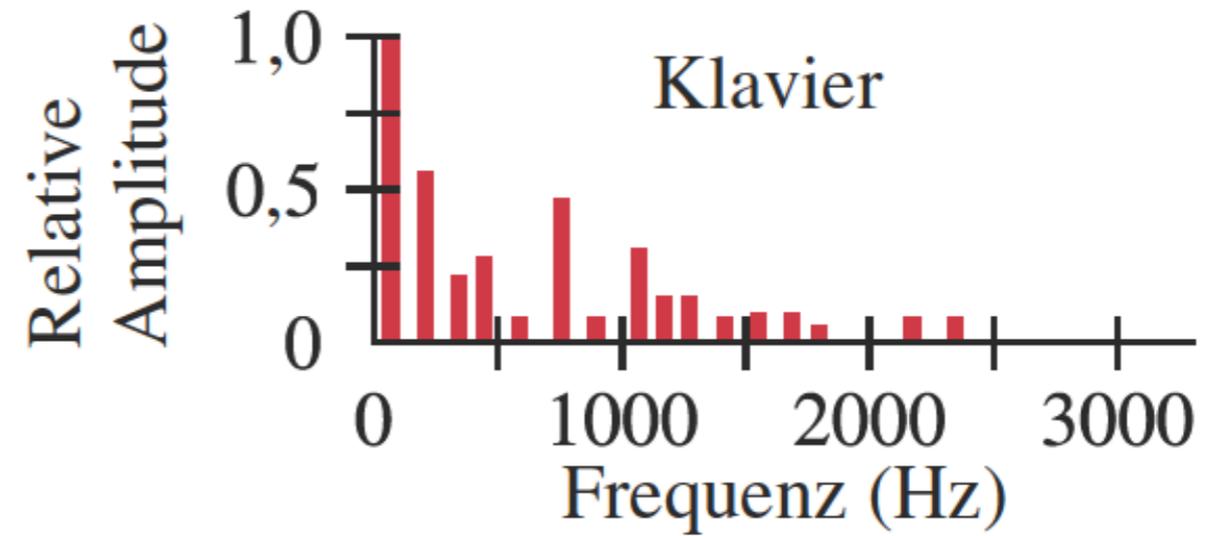
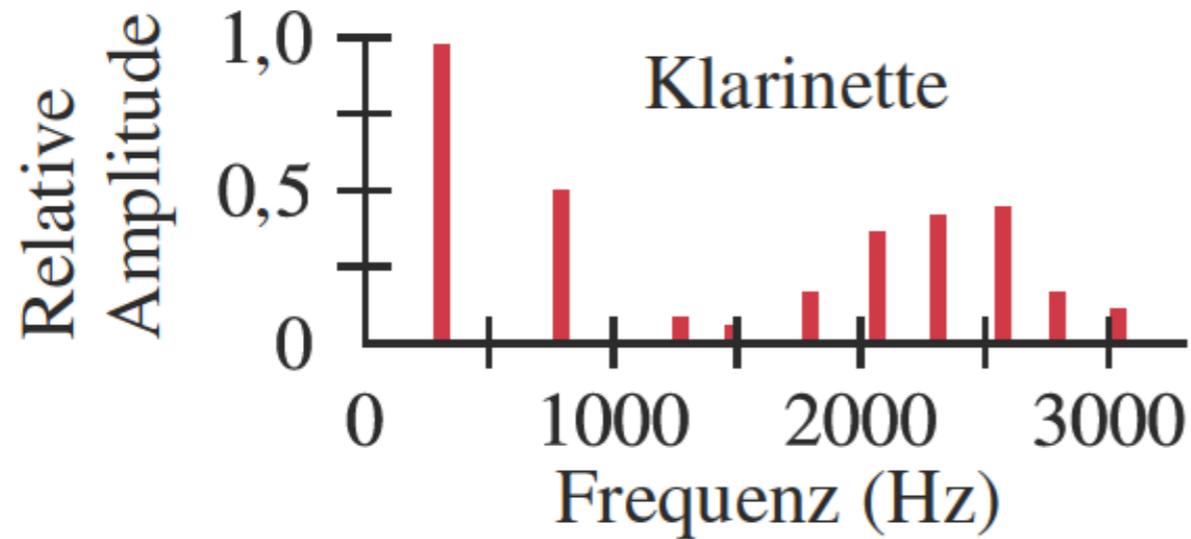


Abbildung 16.15 Frequenzspektren. Die Formen der Spektren ändern sich je nach gespieltem Ton der Instrumente.

[Giancoli]