



UdK Berlin
Sengpiel
06.97
F + A

! Antworten zu "Tonhöhenänderung bei Temperaturänderung"

From: Thomas D. Rossing. "The Science of Sound", 2nd Edition, Addison-Wesley Publishing Company, 1990
The frequency of most musical instruments changes with temperature, and those using wood and gut also change with humidity. The speed of sound increases about 0.6 m/s for each Celsius degree, so the pitch of a wind instrument rises about 3 cents (3 % of a semitone) per degree of temperature rise (the slight lowering of pitch due to expansion in length is negligible). String instruments generally fall in pitch due to relaxing tension as temperature rises.

Weil also die Schallgeschwindigkeit mit 0,6 m/s pro °C zunimmt, steigt auch die Tonhöhe der Holzblasinstrumente um 3 Cents (3/100 eines Halbtons). Die Materialausdehnung ist hierbei wirklich bedeutungslos.

Formelsammlung:

Für Tontechniker gilt mit hinreichender Genauigkeit für die Schallgeschwindigkeit von Luft c in m/s in Abhängigkeit von der Temperatur J in °C:

$$c = 331 + 0,6 \cdot J \quad \text{in m/s}$$

c bei 0°C ist 331 m/s

c bei 10°C ist 337 m/s

c bei 20°C ist 343 m/s

c bei 30°C ist 349 m/s

$$c = \lambda / f$$

$$\lambda = c / f$$

$$f = c / \lambda$$

$$c \sim f$$

Ein temperierter Halbtonschritt hat ein Frequenzverhältnis von $y = 1,059463094 : 1$

Ein Halbton sind 100 Cent. Eine Oktave hat 1200 Cents.

• Fragen:

Machen Sie sich klar, wie bei einem Ton einer Orgelpfeife bei einer Temperaturerhöhung von 20°C nach 30°C, die Schallgeschwindigkeit c und somit auch das Produkt $\lambda \cdot f$ verändert wird. Da λ wegen der konstanten Länge der Orgelpfeife auch konstant bleibt, kann sich nur die Frequenz f (die Tonhöhe) ändern.

1. Um wieviel m/s ändert sich die Schallgeschwindigkeit Δc bei der 10°C-Temperaturerhöhung und wie groß ist die Schallgeschwindigkeit c_{30} bei 30°C?

$$\Delta c = 0,6 \cdot 10 = \mathbf{6 \text{ m/s}} \quad c_{30} = 343 + 6 = \mathbf{349 \text{ m/s}}$$

2. Um wieviel Prozent steigt die Ausgangs-Frequenz bei der 10°C-Temperaturerhöhung?

$$f_{20} = 110 \text{ Hz und } \lambda = 343 / 110 = 3,1182 \text{ m.} \quad f_{30} = 349 / 3,1182 = 111,92 \text{ Hz.} \quad 111,92 / 110 = 1,0175$$

Dieses ist eine Tonhöhenänderung von **1,75 %**.

3. Wieviel Prozent eines Halbtonschritts beträgt der Tonhöhenanstieg bei der 10°C-Temperaturerhöhung?

Ein Halbtonschritt ist 5,95 % einer Oktave. Der Tonhöhenanstieg ist dabei $1,75 / 5,95 = \mathbf{29,4 \%}$, das ist fast 1/3 eines Halbtons).

4. Wie viele **Cents** beträgt denn dabei der Tonhöhenanstieg J bei der 10°C-Temperaturerhöhung?

$$J = 3986,3 \cdot \log 1,0175 = \mathbf{30,0 \text{ Cents}}$$

Rechenhilfe zu Aufgabe 4:

Umrechnung von Intervallmaß J in Cents in Frequenzverhältnis $y = f_2 / f_1$:

$$y = 10^{J \log 2 / 1200}$$

Umrechnung von Frequenzverhältnis y in Intervallmaß J in Cents:

$$J \text{ in Cents} = (1200 / \log 2) \cdot \log y$$