

## 14 Stehende Welle

Eine stehende Welle entsteht aus der Überlagerung zweier gegenläufig laufender Wellen gleicher Frequenz und gleicher Amplitude. Die Wellen stammen aus zwei verschiedenen Erregern oder entstehen durch die Reflexion einer Welle an einem Hindernis.

Zwischen zwei Reflektoren (Wänden) bilden sich keine stehenden Wellen mit beliebiger Wellenlänge. Bei einer Reflexion mit festem Ende ist es vielmehr so, dass an beiden Wänden jeweils ein Schwingungsknoten vorliegen muss. Alle Wellenlängen, die diese Bedingung erfüllen, werden als *Eigenresonanzen* oder *Eigenschwingungen* bezeichnet.

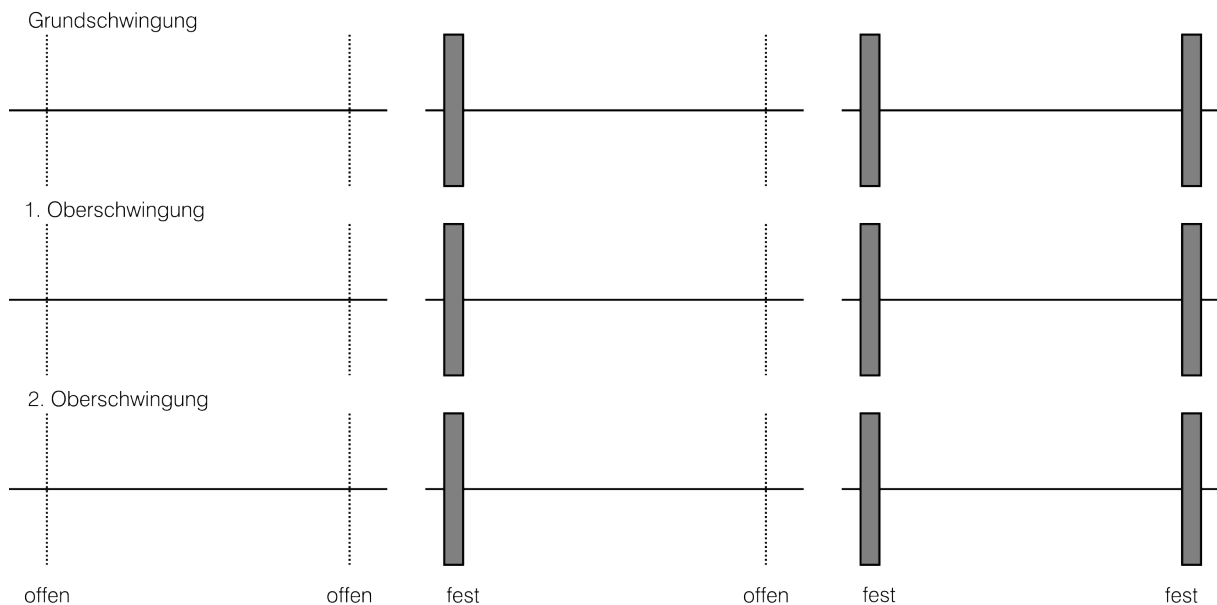


Abbildung 4: Mögliche Eigenschwingungen eines Wellenmediums

Wenn die Welle einen Bereich der Länge  $l$  für ihre Schwingungen zur Verfügung hat, gilt für die Wellenlängen  $\lambda_n$  der stehenden Welle zwischen zwei festen Enden und zwei offenen Enden die Formel:

$$\lambda_n = \frac{2l}{n} \quad \text{mit } n = 0, 1, 2, \dots \quad (14.1)$$

Ist die Welle an einem Ende fest und am anderen Ende offen (kann also frei schwingen), dann gilt die Formel:

$$\lambda_n = \frac{4l}{2n+1} \quad \text{mit } n = 0, 1, 2, \dots \quad (14.2)$$

Stehende Wellen sind z.B. für die Tonentstehung bei Saiteninstrumenten verantwortlich.

**A 14.1.** Die sechs verschieden dicken Saiten der traditionellen Gitarre sind meistens auf die Grundtöne E, A, d, g und e' gestimmt. Die frei schwingende Saitenlänge  $l$  einer Gitarre betrage 640 mm.

- Geben Sie die Frequenzen der Grundtöne an.
- Bestimmen Sie die Ausbreitungsgeschwindigkeit in den einzelnen Saiten!
- Erläutern Sie, wie sich der Ton einer Saite verändert, wenn diese gespannt oder gelockert wird!
- Erläutern Sie, wie sich der Ton verändert, wenn die Saite durch Griffe verkürzt wird.
- Sie wollen den Kammerton a ( $f_a = 440,00$  Hz) spielen. Diskutieren Sie, welche Saite Sie am günstigsten auf welche Länge reduzieren sollten!
- Sie greifen genau in der Mitte der Saite. Erläutern Sie, wie sich die Frequenz verändert?
- Bestimmen Sie die möglichen Oberschwingungen der Saiten.