



Raummoden und Saitenschwingungen

English Version: "Room Modes and Vibrations of Strings" <http://www.sengpielaudio.com/RoomModesAndStringVibrations.pdf>

1. Stehende Wellen heißen Raummoden beim Betrachten des Schalls an schallharten reflektierenden parallelen Wänden. 2. Stehende Wellen der Schwingungsmoden beim Betrachten von Saiten sind keine Raummoden.

1. Raummoden als **Schalldruck**-Darstellung

2. Stehende Wellen als **Amplituden**-Darstellung

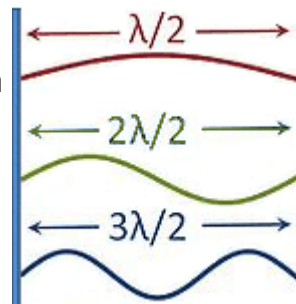
UdK Berlin
Sengpiel
10.2012
Tutorium

Harmo-nische	Zahl der Knoten	Zahl der Bäuche	Schalldruck Darstellung Raum-Wände	Längen-Beziehung	Harmo-nische	Zahl der Knoten	Zahl der Bäuche	Auslenkung Darstellung einer Saite	Längen-Beziehung
1.	1	2		$L = 0,5 \cdot \lambda$	1.	2	1		$\lambda = 2 \cdot L$
2.	2	3		$L = 1 \cdot \lambda$	2.	3	2		$\lambda = 1 \cdot L$
3.	3	4		$L = 1,5 \cdot \lambda$	3.	4	3		$\lambda = 2/3 \cdot L$
4.	4	5		$L = 2 \cdot \lambda$	4.	5	4		$\lambda = 1/2 \cdot L$
5.	5	6		$L = 2,5 \cdot \lambda$	5.	6	5		$\lambda = 2/5 \cdot L$
6.	6	7		$L = 3 \cdot \lambda$	6.	7	6		$\lambda = 1/3 \cdot L$
n.	n	n + 1	---	$L = (n/2) \cdot \lambda$	n.	n + 1	n	---	$\lambda = 1/(n/2) \cdot L$

In der linken Abbildung wird der Schallwechseldruck einer Sinusschwingung und ihren Harmonischen zwischen zwei total Schall reflektierenden, d. h. schallharten Wänden dargestellt. Wichtig ist, dass sich im Resonanzfall an jeder Wand des Raums immer ein Schalldruckmaximum (Schalldruckbauch) befindet.

In vielen Darstellungen zur Erklärung der Raummoden wird unrichtig die Abbildung der Saitenschwingung verwendet, die dann an jedem Ende immer einen festen Knoten hat, wie z. B. hier:

Dieses sind **keine** Darstellungen von **Schalldruckschwingungen** zwischen zwei Wänden in einem kleinen Raum ...
... sondern das sind Saitenschwingungen (Amplituden).



Eine typische Falschdarstellung mit Knoten an den Wänden. Die Darstellung der Schallauslenkung war nicht gewünscht.

Rechts oben: Eine Saite ist zwischen zwei "festen Enden" eingespannt. An den Enden erscheint ein Wellenknoten. Links oben: Eine Schallwelle zwischen zwei harten Wänden wird beim Schalldruck mit "losen Enden" betrachtet. Daher erscheint als Schalldruck an den Wandseiten ein Wellenmaximum bzw. ein Wellenbauch. Die Raumresonanzen, die sich zwischen den Begrenzungsflächen eines Raumes bilden, nennt man "stehende Wellen" oder Raumeigenmoden, auch kurz Moden. Sie entstehen, wenn ein Vielfaches der halben Wellenlänge ($\lambda/2$) zwischen die Begrenzungsflächen eines Raums passt. Voraussetzung für eine Raummode ist eine stehende Welle.

Alle Tontechniker sollte überwiegend das frequenzabhängige Verhalten des Schalldrucks im Raum interessieren, weil durch seine Wirkung unsere Trommelfelle und die Mikrofonmembranen bewegt werden; siehe:

Die Wirkung und die Ursache beim Schall: <http://www.sengpielaudio.com/SchalldruckUndSchallleistung.pdf>

Raummoden sind nichts anderes als stehende Schalldruck-Wellen, die sich in jedem Raum mehr oder weniger bei tiefen Frequenzen unter 300 Hz ausbilden. Nicht-parallele Wände sind kein Mittel dagegen.

Die Ausbildung von stehenden Wellen im Raum an schallharten Wänden (Raummoden) ist deutlich von den Saitenschwingungen (Auslenkung) zwischen zwei fest eingespannten Punkten klar zu unterscheiden.

"Stehende Wellen und akustische Resonanz bei idealen Saiten":

<http://www.sengpielaudio.com/StehendeWellen.htm>

"Berechnen der drei Moden (Raumeigenmoden) – Raumresonanzen von Rechteck-Räumen":

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-raum-moden.htm>

Bei einem Wandabstand von $1/4$ Wellenlänge hat die stehende Welle einen Ort, wo der Schalldruck konstant Null ist – unabhängig von der momentanen Phasenlage der Wellen. Der Ton der Welle ist dort nicht zu hören.