

Auf der Suche nach dem perfekten Lernplatz in der Fakultätsbibliothek

Philipp Beißner, Lucas Fladung, Katarina-Sophie Flashar | Projektleiter: Christian Lütke Stetzkamp
SOWAS-Gruppe D

1. Motivation

Im Rahmen unseres SOWAS-Projektes versuchen wir, den leisesten Lernplatz in der Fakultätsbibliothek zu finden. Dazu betrachten wir an einem Modell die Anordnung der momentan in der Bibliothek vorhandenen Regale sowie alternative Anordnungen, die so konzipiert sind, die Lautstärke an den Lernplätzen zu verringern. Die zu Grunde liegende Idee ist, die Fakultätsbibliothek aus Holz in verkleinertem Maßstab nachzubauen und unter der Annahme von Interferenz und Beugung an langen Spalten die Schallausbreitung zu untersuchen. Dazu wird der Frequenzbereich der menschlichen Stimme im Bereich von 100-1000 Hz betrachtet. Experimentell wird der leiseste Lernplatz bestimmt und die verschiedenen Regalanordnungen in Bezug auf die Gesamtlautstärke untereinander verglichen.

2. Aufbau

Für den Nachbau der Fakultätsbibliothek haben wir eine Näherung durch ein Holzmodell getroffen. Diese Betrachtung ist idealisiert, da die Regale durch deckenhohe löcherlose Holzplatten, die Einzellerplätze durch in der Wand eingebettete Mikrofone und der Gruppenarbeitsbereich durch einen Lautsprecher realisiert werden. Des Weiteren beschränken wir uns auf den rechteckigen Teil der Bibliothek, um das Modell möglichst zu vereinfachen.

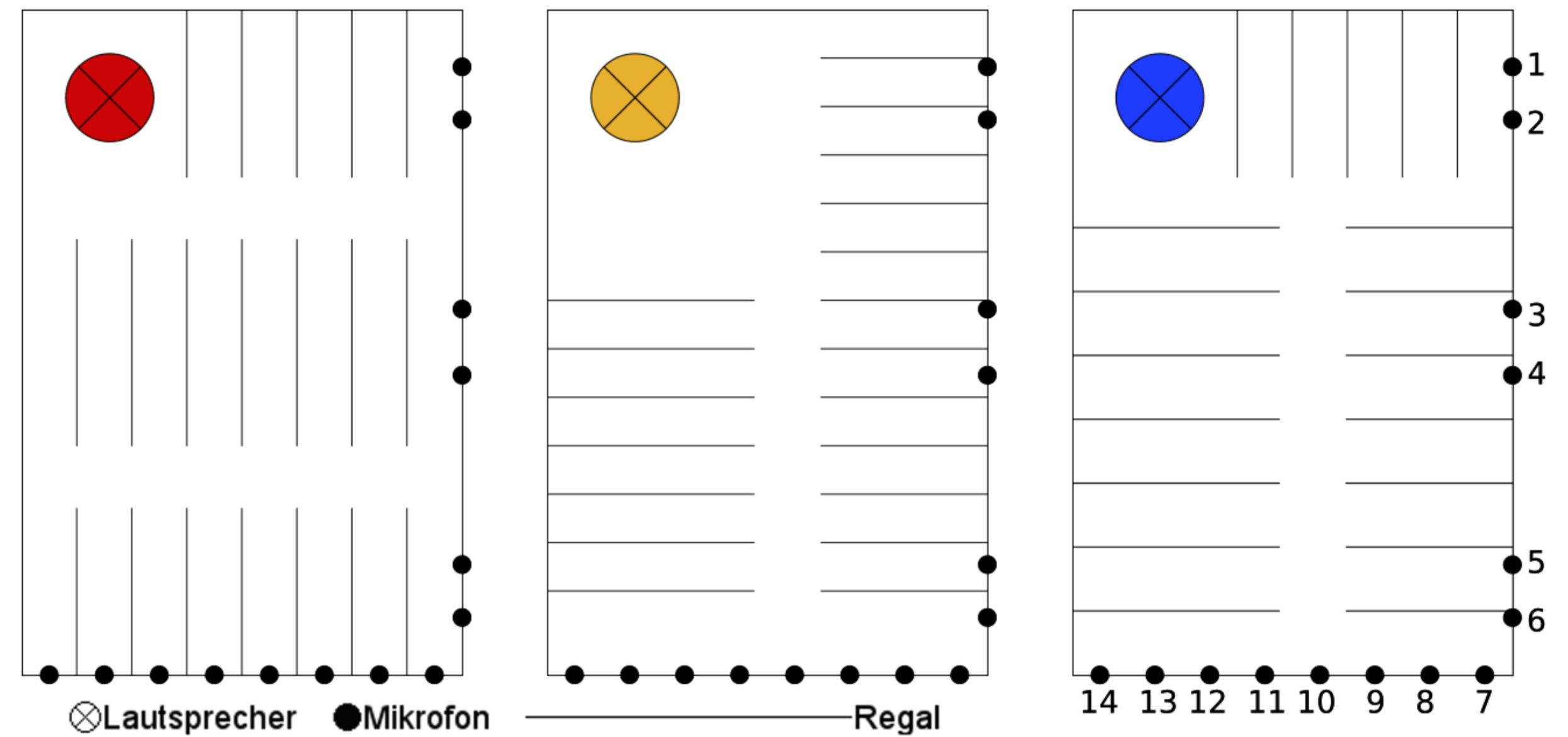


Abbildung 1: Schematische Skizze der drei Modellaufbauten, vlnr.: Modell 1, Modell 2, Modell 3.

Da das Modell der Bibliothek in einem Maßstab von 1:15 nachgebaut ist, muss die Lautsprecherfrequenz auf 1500-15000 Hz skaliert werden. Dies wird in der Auswertung insofern berücksichtigt, dass die Messwerte mit dem Skalierungsfaktor 15 multipliziert werden. Bei einer Messung am Modell wird die Frequenz und die Amplitude des Lautspechters mit einem Signalgenerator reguliert. Dieser durchläuft innerhalb von 120 s den betrachteten Bereich. Es werden je fünf Messungen pro Aufbau durchgeführt. Ein LabView Programm misst sowohl die Frequenz, als auch die Amplitude gegen die Zeit. Im Nachhinein können die Messwerte über die Zeit korreliert werden und die Messung wird mit der Amplitude der Mikrofone über die Frequenz des Lautspechters aufgetragen. Für den Vergleich mit der Theorie werden die Regalbretter wie in Aufbau 1 und der Lautsprecher mittig vor den Regalen aufgebaut. Der Messvorgang läuft wie beschrieben ab.

3. Theorie

Bei Schallwellen handelt es sich um räumlich und zeitlich periodische Dichteschwankungen des Mediums, in dem sie sich ausbreiten. Überlagern sich Wellen, so kann es zu Interferenz kommen, soweit die Wellenlänge im Größenbereich der Hindernisse liegt. Bei unserer Betrachtung der Fakultätsbibliothek nehmen wir an, dass sich lange Spalte theoretisch wie infinitesimal kurze Spalte beschreiben lassen. An einem Gitter überlagern sich Wellen und es lässt sich konstruktive und destruktive Interferenz beobachten. [1] Die Bedingung für konstruktive Interferenz ist: $\Delta s = n \cdot \lambda$ (1)

und für destruktive: $\Delta s = (n + \frac{1}{2}) \cdot \lambda$ (2)

Nach der Interferenz an Vielfachspalten lässt sich die Intensität in Abhängigkeit des Winkels wie folgt darstellen:

$$\frac{I(\alpha)}{I_0} = \text{sinc}^2\left(\frac{N \cdot \pi \cdot d \cdot \sin(\alpha)}{\lambda}\right) \cdot \text{sinc}^2\left(\frac{\pi \cdot b \cdot \sin(\alpha)}{\lambda}\right) \quad (3)$$

4. Ergebnisse

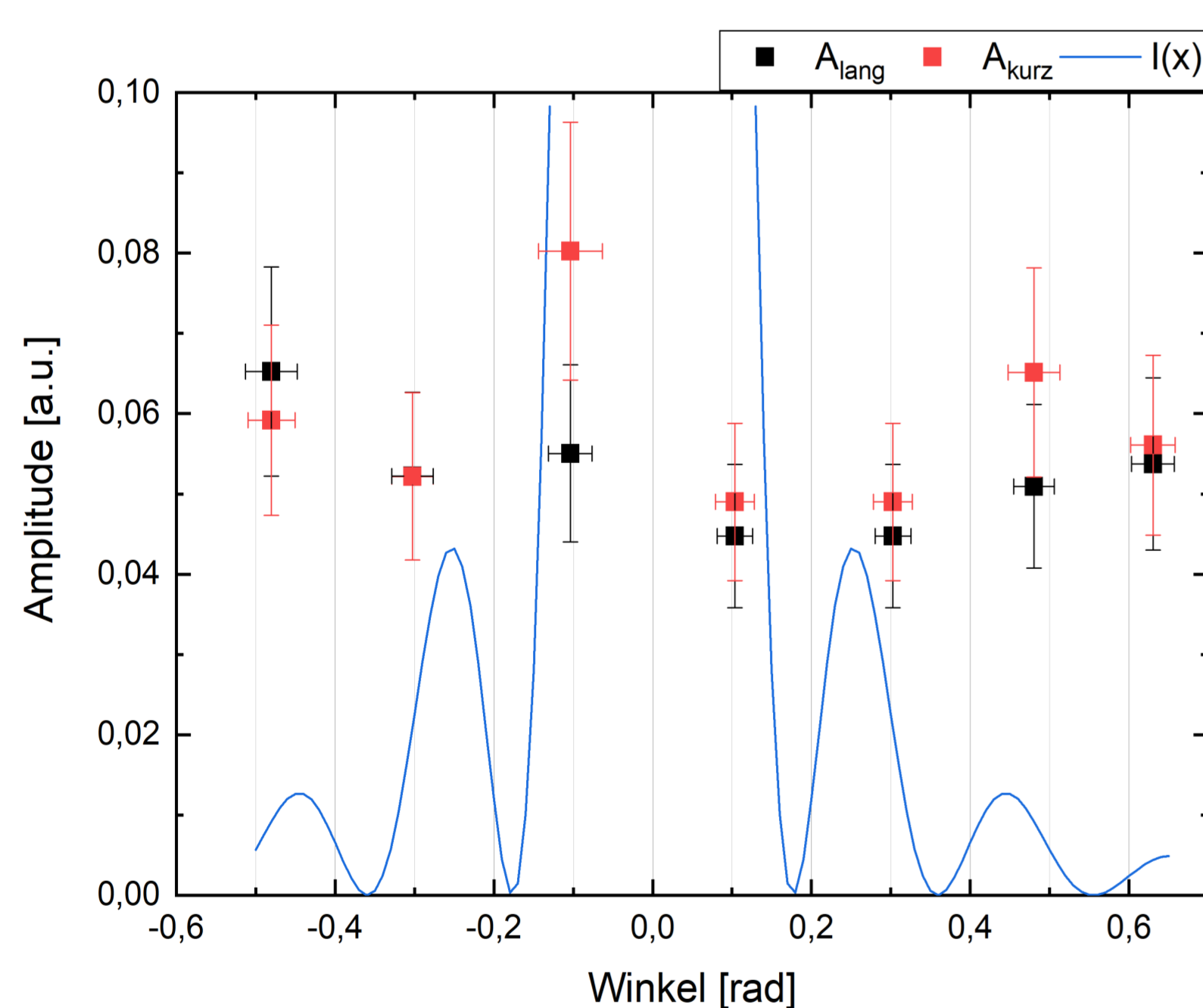


Abbildung 2: Gittermessung im Vergleich zur Intensitätsverteilung eines Vielfachspaltes.

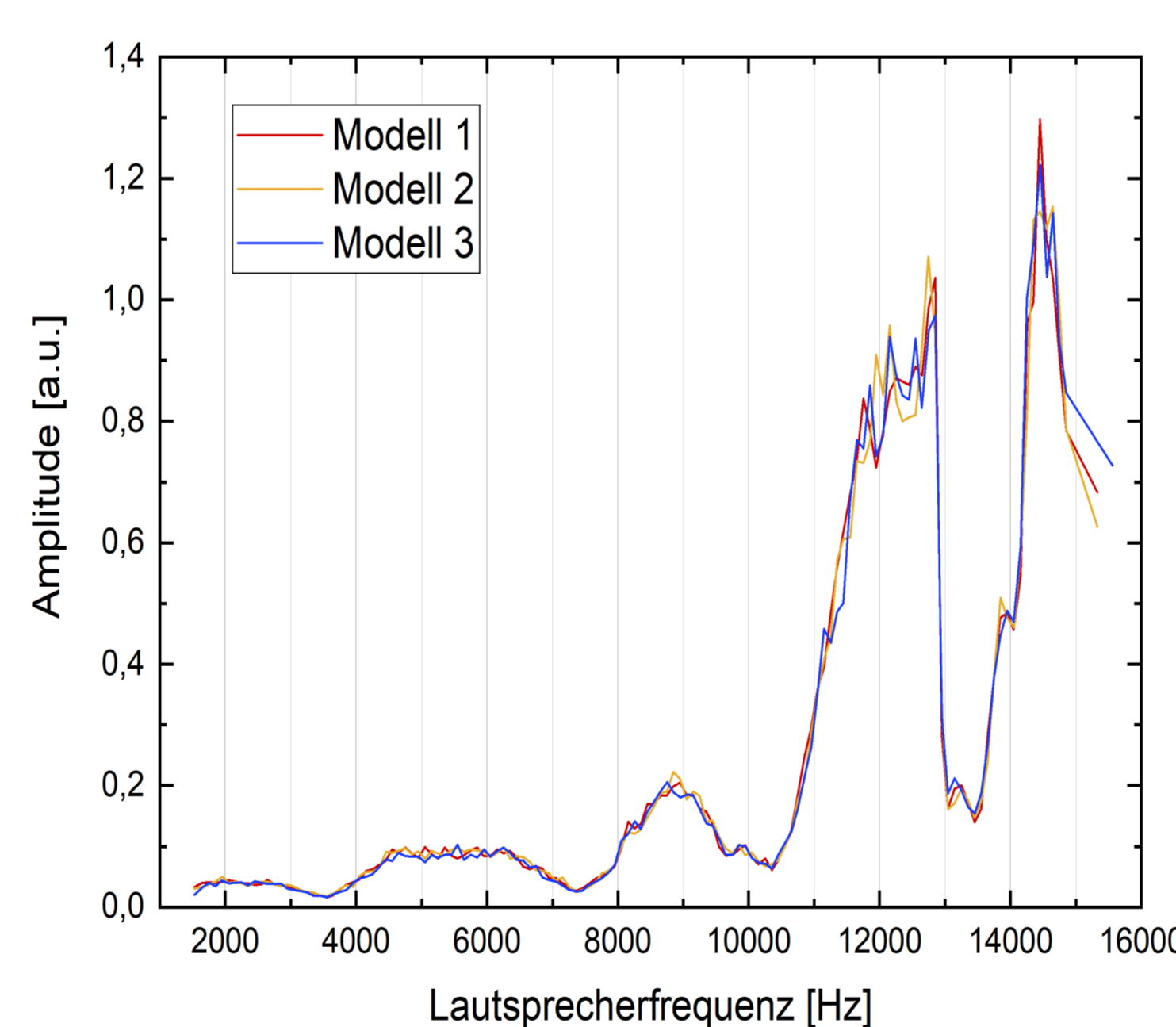


Abbildung 3: Vergleich der Gesamtsumme der verschiedenen Modelle gegen die Frequenz.

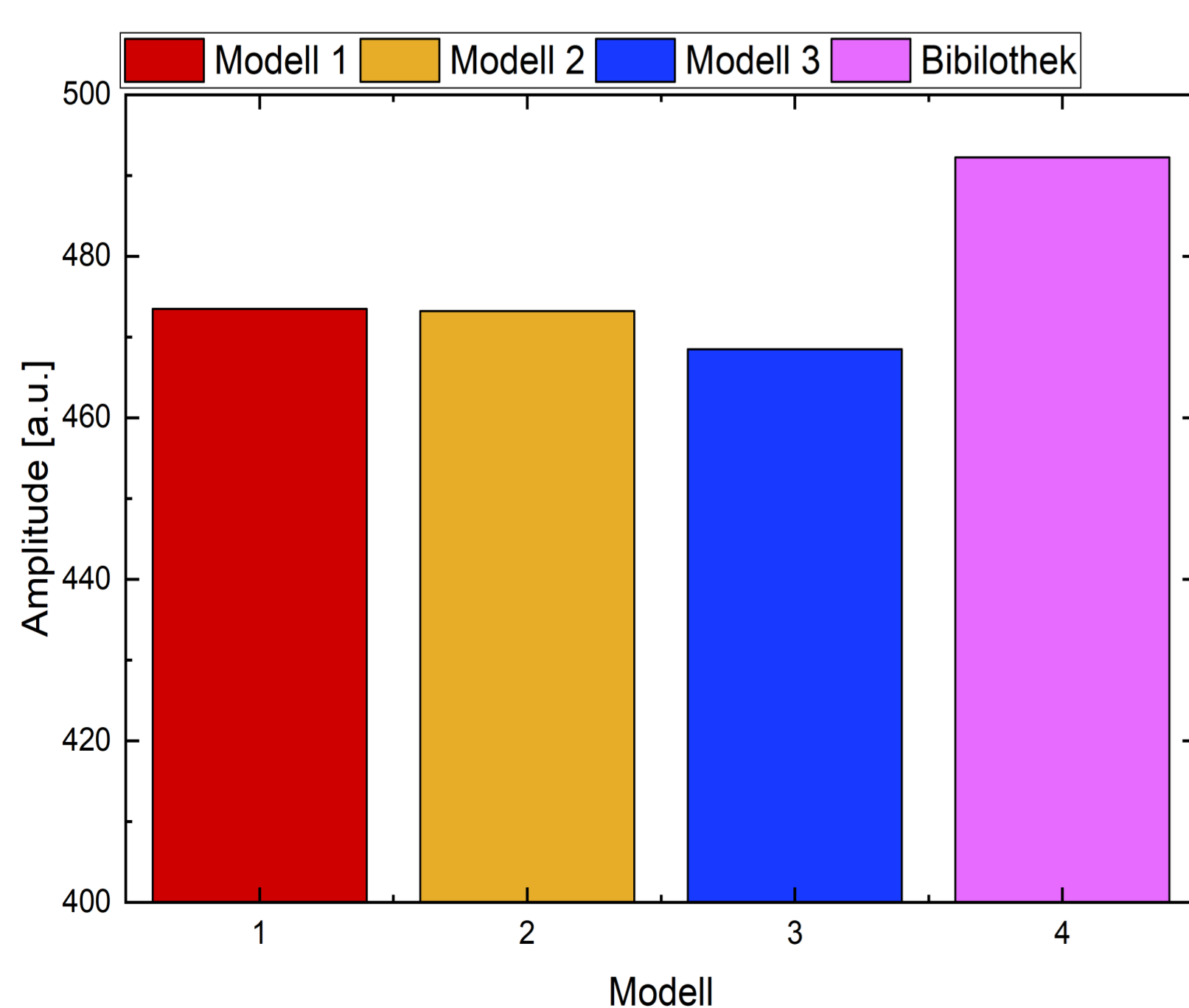


Abbildung 4: Vergleich der Gesamtsumme der verschiedenen Modelle.

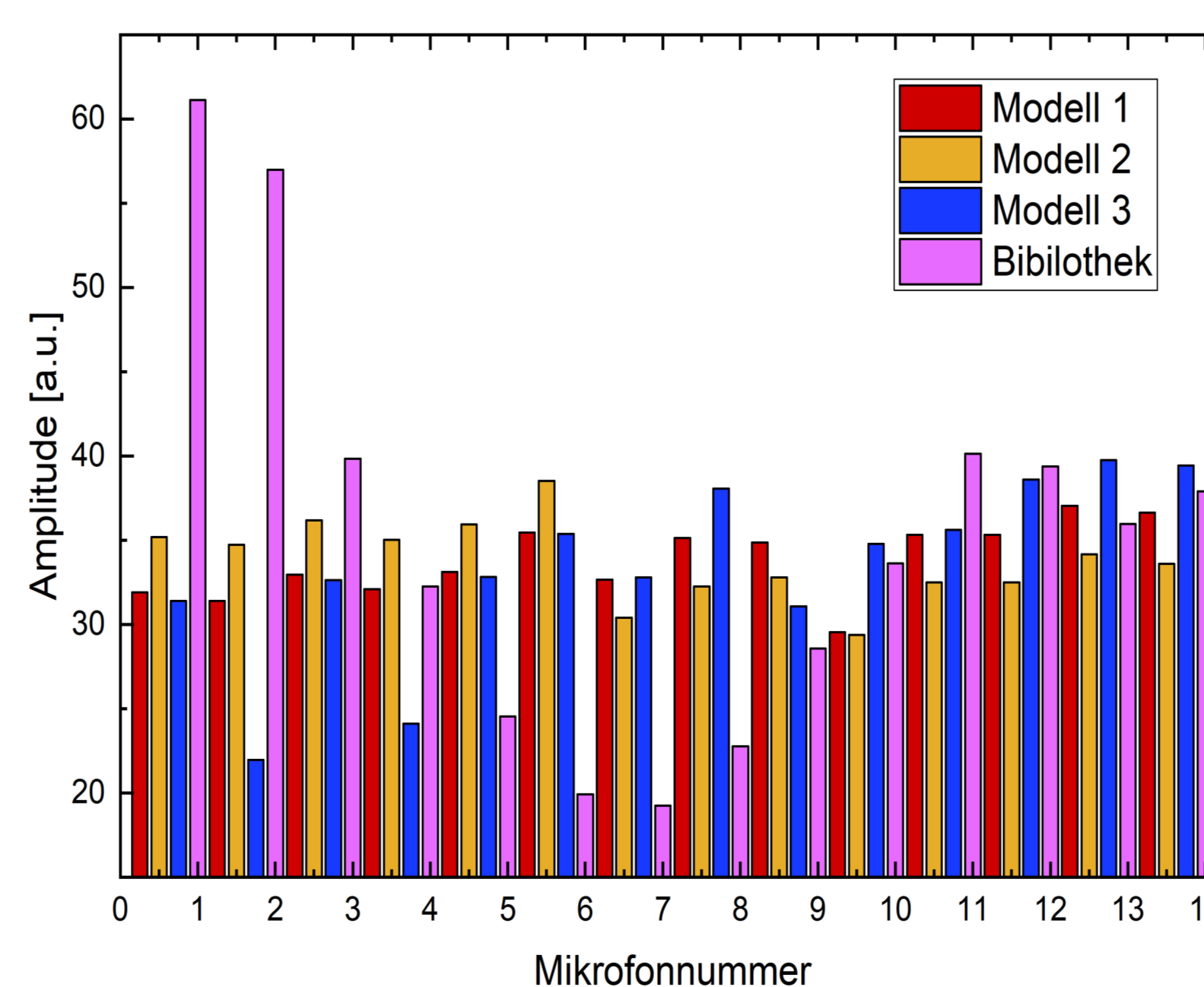


Abbildung 5: Vergleich der Gesamtsumme der verschiedenen Modelle gegen die Mikrofonposition.

5. Zusammenfassung

Aufgrund der direkten Abschirmung ist Modell 3 das insgesamt leiseste. Zwischen Modell 1 und Modell 2 lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen, dennoch hat der Aufbau der aktuellen Bibliothek die höchste Geräuschbelastung. Bei Platz 2 in Modell 3 handelt es sich um den allgemein leisesten Platz. Der leiseste Platz in Modell 1 ist Platz 9. In Modell 1 und 2 fällt außerdem auf, dass die Sitzplätze, die durch Regale von der Geräuschquelle abgeschirmt werden leiser sind, als jene die in direkter Sichtweite liegen.

Dem Messaufbau zufolge können nur diskrete Punkte gemessen werden, wobei vor allem in der Messung zum Theorievergleich (siehe Abb. 2) eine kontinuierliche Messung sinnvoller wäre. Allgemein sind die Messwerte durch Reflexionen an den Wänden des Modells sowie durch die nicht-linearen akustischen Eigenschaften der Spanholzplatten kritisch zu betrachten. Die Ergebnisse der Messung in der Bibliothek passen aufgrund mehrerer systematischer Fehler nicht zu denen der Modellmessungen, so wurde die Messung etwa von Studierenden gestört, welche sich in der Bibliothek aufgehalten haben.

6. Literatur

- [1] D. Meyer et al., Phys. Prakt. Teil II (2017)
- [2] A. von Keudell, Vorlesungsskript Physik II (2015)