

# **Aufbau eines Flachlautsprechers nach der Exciter-Technologie**

## **Bachelorthesis**

zur Erlangung des akademischen Grades

**Master of Eng. (M.Eng.)**  
**Fakultät Fahrzeugtechnik**  
**Ostfalia Hochschule Braunschweig/Wolfenbüttel**  
eingereicht durch

Jonathan Friehe  
(Matr.-Nr. 70460252)

Erstprüfer: Prof. Angus Young Ostfalia  
Zweitprüfer: Dr. Bon Scott Ostfalia  
Datum der Ausgabe: 18. Januar 2026  
Datum der Einreichung: Februar 28, 2026

Name

Adresse

-Land-

„Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form in keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.“

Wolfsburg

18. Januar 2026

---

Name,Unterschrift

Veröffentlichungen über den Inhalt dieser Arbeit sind nur mit schriftlicher Genehmigung der Firma XYZ zugelassen. Die Ergebnisse, Meinungen und Schlussfolgerungen dieser These sind nicht notwendigerweise die der Firma XYZ. Die vorliegende Arbeit ist nur den Mitarbeitern der Firma XYZ, den Korrektoren sowie den Mitgliedern des Prüfungsausschusses zugänglich zu machen.

# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich all jenen meinen aufrichtigen Dank aussprechen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt meinem Erstprüfer Herrn Prof. Dr. Udo Becker, der mir die Möglichkeit eröffnet hat, diese Abschlussarbeit unter seiner Betreuung anzufertigen. Die Gelegenheit, mich im Rahmen dieser Arbeit im Labor einzubringen und dort einen bleibenden Beitrag zu hinterlassen, weiß ich sehr zu schätzen.

Ebenso möchte ich meinem Betreuer Herrn Martin Stahlberg meinen herzlichen Dank aussprechen. Seine engagierte Betreuung, die konstruktiven Ratschläge sowie die stets kompetente Unterstützung haben maßgeblich zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen. Die fachlichen Diskussionen und seine wertvollen Anregungen waren für den Fortgang dieser Arbeit von unschätzbarem Wert.

# Inhaltsverzeichnis

|  |          |
|--|----------|
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                                 | <b>3</b> |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                               | <b>4</b> |
| <b>Nomenklatur</b>   | <b>5</b> |
| <b>1 Einleitung</b>  | <b>1</b> |
| 1.1 Fragestellung . . . . .                                | 1        |
| 1.2 Motivation und Zielsetzung . . . . .                   | 1        |
| 1.2.1 Überschrift 2 . . . . .                              | 3        |
| 1.2.2 Abbildungen . . . . .                                | 3        |
| 1.3 Formeln . . . . .                                      | 4        |
| 1.3.1 Formeln im Text . . . . .                            | 4        |
| 1.3.2 Formeln im Text integriert . . . . .                 | 4        |
| 1.3.3 Formeln im Text dargestellt mit „nicefrac“ . . . . . | 4        |
| 1.3.4 Nummerierte Formeln mit Erläuterung . . . . .        | 5        |
| 1.4 Tabellen . . . . .                                     | 6        |
| <b>2 Grundlagen</b>  | <b>7</b> |
| 2.1 Definition Schall . . . . .                            | 7        |
| 2.2 Schallausbreitung in verschiedenen Medien . . . . .    | 7        |
| 2.2.1 Fluidschall . . . . .                                | 8        |
| 2.2.2 Körperschall . . . . .                               | 8        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3 Komponenten einer Stereoanlage . . . . .             | 8         |
| 2.3.1 Aufbau und Funktionsweise eines Exciters . . . . . | 8         |
| 2.4 Grundlagen der Plattenschwingung . . . . .           | 8         |
| 2.5 Grundlagen der Schallabstrahlung . . . . .           | 8         |
| 2.6 Werkstoffe für Exciterplatten . . . . .              | 8         |
| 2.7 Simulationstechnische Grundlagen . . . . .           | 8         |
| <b>3 Lösung der Aufgabenstellung</b>                     | <b>9</b>  |
| 3.1 Konzeptentwicklung . . . . .                         | 9         |
| 3.2 Simulation . . . . .                                 | 9         |
| 3.2.1 Auswertung der Simulation . . . . .                | 9         |
| 3.3 Versuchsaufbau . . . . .                             | 9         |
| 3.3.1 Validierung der Versuchsergebnisse . . . . .       | 9         |
| <b>Literaturverzeichnis</b>                              | <b>10</b> |

# Tabellenverzeichnis

|   |   |
|---|---|
| 1.1 Tabelle . . . . .                                     | 6 |
| 2.1 Frequenzbereich in der Akustik Quelle Lerch . . . . . | 7 |

# Abbildungsverzeichnis

|     |                                      |   |
|-----|--------------------------------------|---|
| 1.1 | Beispiel (1)                         | 4 |
| 1.2 | Beispiel 2 (1)                       | 5 |
| 1.3 | Beispiel (Große Abbildung zentriert) | 6 |

# Formelzeichen und Abkürzungen

## Formelzeichenverzeichnis

| <i>Formelzeichen</i> | <i>phys. Einheit</i> | <i>Bedeutung</i> |
|----------------------|----------------------|------------------|
| $F$                  | $N$                  | Kraft            |
| $m$                  | $kg$                 | Masse            |
| $a$                  | $m/s^2$              | Beschleunigung   |

## **Abkürzungsverzeichnis**

| <b><i>Abkürzung</i></b> | <b><i>Bedeutung</i></b>      |
|-------------------------|------------------------------|
| CAD                     | Computer Aided Design        |
| DML                     | Distributed Mode Loudspeaker |

# 1 Einleitung

Text<sup>1</sup>

## 1.1 Fragestellung

Aufbau eines Lautsprechers nach der Exciter-Technologie auf einer Sandwichplatte. Messtechnische Erfassung aller erforderlichen Parameter für den Vergleich zu einem Lautsprecher mit Lautsprechermembran (Ausarbeitung der Vor-und Nachteile).

## 1.2 Motivation und Zielsetzung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Entwicklung eines flächigen Soundsystems auf Basis von Exciter-Körperschallwandlern, das für den Einsatz im Akustiklabor der Hochschule Ostfalia vorgesehen ist. Die Aufgabenstellung umfasst dabei die vollständige ingenieurwissenschaftliche Bearbeitung des Systems von der konzeptionellen Auslegung über die rechnergestützte Simulation und konstruktive Umsetzung bis hin zur experimentellen Erprobung und abschließenden Bewertung. Das entwickelte Soundsystem soll nicht nur funktional, sondern auch praxisnah einsetzbar sein und den besonderen Anforderungen des vorgesehenen Einsatzortes gerecht werden. Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Verwendung von Excitern, die mechanische Schwingungen direkt in flächige Struktu-

---

<sup>1</sup>eine Fußnote

ren einleiten und diese zur Schallabstrahlung nutzen. Im Gegensatz zu konventionellen Lautsprechersystemen fungiert hierbei die angeregte Platte selbst als Schallquelle. Daraus ergibt sich eine enge Kopplung zwischen mechanischem Schwingungsverhalten und akustischer Abstrahlung, die eine fundierte Betrachtung sowohl strukturmechanischer als auch akustischer Aspekte erfordert. Ein wesentliches Ziel der Arbeit besteht daher darin, diese Zusammenhänge systematisch zu untersuchen und für die gezielte Auslegung des Systems nutzbar zu machen. Die geometrischen Randbedingungen des Soundsystems sind durch den geplanten Einsatz im Akustiklabor vorgegeben. Die Abmessungen der Platten sind an das A1-Format gebunden, da diese zusätzlich als Trägermedium für Informationsmaterial und Plakate dienen sollen. Dadurch ergeben sich besondere Anforderungen an die mechanische Stabilität, die Oberflächenbeschaffenheit sowie die Befestigungsmöglichkeiten der Platten, ohne die akustischen Eigenschaften negativ zu beeinflussen. Die doppelte Funktion als Informationsträger und Schallquelle stellt einen zentralen Aspekt der Aufgabenstellung dar und erfordert eine sorgfältige konstruktive und materialtechnische Auslegung. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Auswahl und Bewertung geeigneter Plattenmaterialien. Die Materialfindung ist entscheidend für das Schwingungs- und Abstrahlungsverhalten des Systems und beeinflusst maßgeblich das resultierende Hörerlebnis. Ziel ist es, ein Material beziehungsweise einen Materialaufbau zu identifizieren, der eine gleichmäßige Schwingungsanregung, eine ausreichende Schallabstrahlung sowie eine angenehme akustische Wahrnehmung ermöglicht. Dabei sind sowohl mechanische Eigenschaften wie Dichte, Elastizitätsmodul und innere Dämpfung als auch praktische Gesichtspunkte wie Verfügbarkeit, Verarbeitbarkeit und Robustheit zu berücksichtigen. Zur Bearbeitung der Aufgabenstellung werden numerische Simulationsmethoden eingesetzt, um das Schwingungsverhalten der Platten sowie deren akustische Abstrahlung vorab zu analysieren. Aufbauend auf den Simulationsergebnissen erfolgt die konstruktive Auslegung des Systems und die Realisierung eines Prototyps. Dieser wird anschließend messtechnisch untersucht und hin-

sichtlich seiner akustischen Eigenschaften bewertet. Die gewonnenen Messergebnisse dienen sowohl der Validierung der Simulationen als auch der abschließenden Beurteilung der Eignung des Systems für den vorgesehenen Einsatz im Akustiklabor. Insgesamt verfolgt diese Bachelorarbeit das Ziel, ein funktionsfähiges, didaktisch nutzbares und akustisch überzeugendes Exciter-Soundsystem zu entwickeln, das sowohl technische als auch praktische Anforderungen erfüllt und einen Mehrwert für den Einsatz im Hochschulumfeld bietet.

### **1.2.1 Überschrift 2**

<sup>2</sup>

#### **Überschrift 3**

1. Punkt 1
2. Punkt 2
3. Punkt 3
  - Unterpunkt 3.1
  - Unterpunkt 3.2
4. Punkt 4

### **1.2.2 Abbildungen**

...Abbildung ?? zeigt ein Beispiel.

---

<sup>2</sup>eine Fußnote

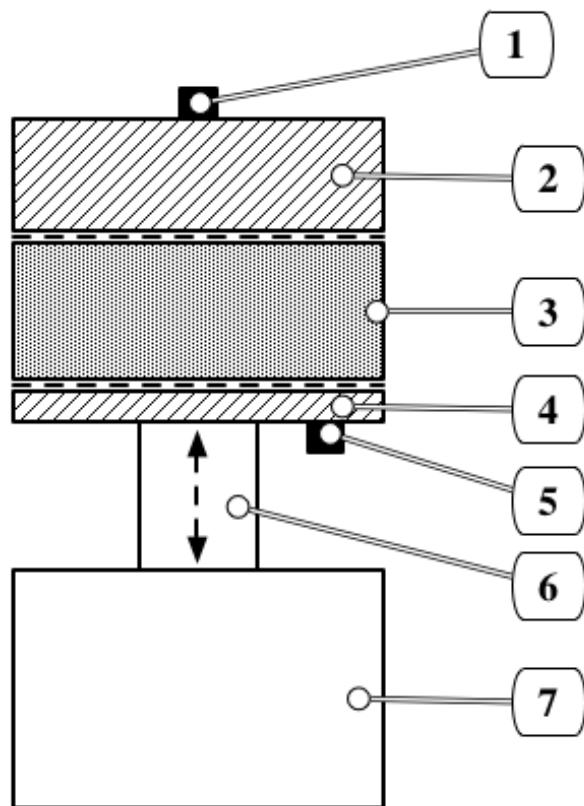


Abbildung 1.1: Beispiel (1)

## 1.3 Formeln

### 1.3.1 Formeln im Text

Text  $F_{xyz} \cdot P_{vw} = ZZZ$  Text....

### 1.3.2 Formeln im Text integriert

Text  $\frac{P_{xy}}{Q_{vw}} = TTT$  Text.....

### 1.3.3 Formeln im Text dargestellt mit „nicefrac“

Text  $P_{xy}/Q_{vw} = TTT$  Text.....

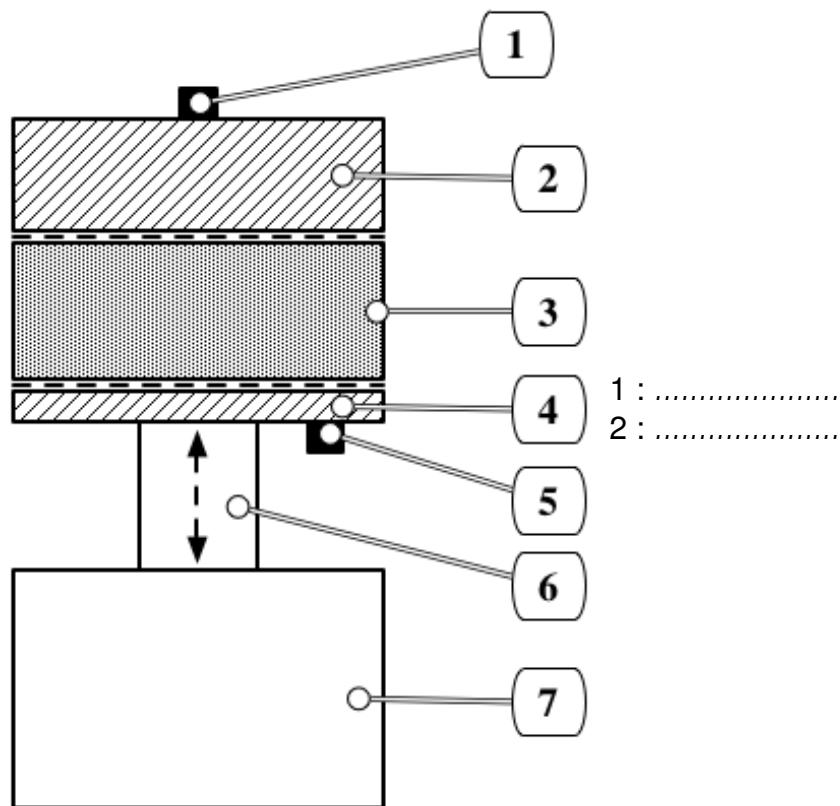


Abbildung 1.2: Beispiel 2 (1)

### 1.3.4 Nummerierte Formeln mit Erläuterung

Bitte benutzen Sie den „dfrac“ Befehl. Dieser Befehl ergibt ein besseres Schriftbild insbesondere bei doppelten Brüchen.

$$P_e = \frac{H_U \cdot \rho_L}{\lambda \cdot L_{min} + 1} + \lambda_L \cdot \eta_e \cdot V_H \cdot \frac{T_U}{T_A} \cdot n \quad (1.1)$$

|     |                  |         |
|-----|------------------|---------|
| $F$ | = Kraft          | $N$     |
| $m$ | = Masse          | $kg$    |
| $a$ | = Beschleunigung | $m/s^2$ |

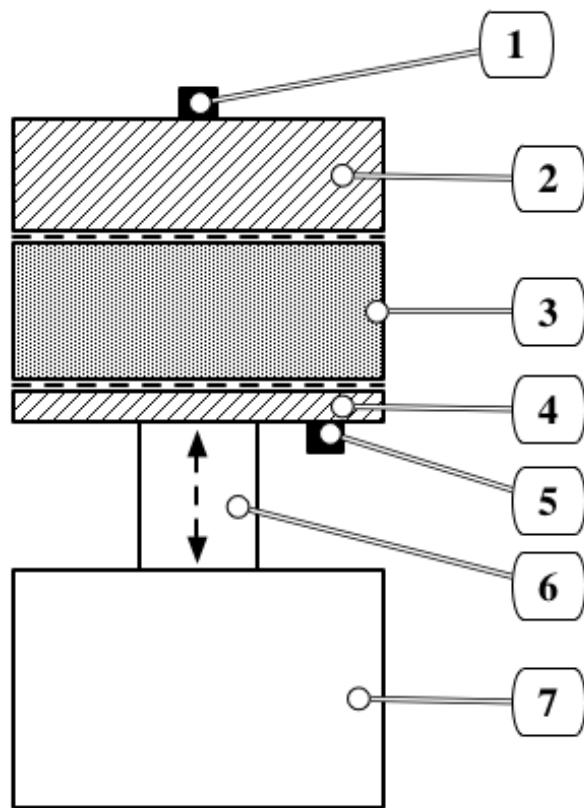


Abbildung 1.3: Beispiel (Große Abbildung zentriert)

1 .....; 2 .....; 3 .....

## 1.4 Tabellen

Die Bezeichnung und Nummerierung kommt bei Tabellen über die Tabelle.

Tabelle 1.1: Tabelle

| Text | Text | Text |
|------|------|------|
| Text | 10   | 40   |
| Text | 10   | 80   |
| Text | 10   | 50   |
| Text | 10   | 100  |

# 2 Grundlagen

TEXT

## 2.1 Definition Schall

TEXT

Die Bezeichnung und Nummerierung kommt bei Tabellen über die Tabelle.

Tabelle 2.1: Frequenzbereich in der Akustik Quelle Lerch

| Frequenzbereich  | Bezeichnung        |
|------------------|--------------------|
| 0 bis 20 Hz      | <i>Infraschall</i> |
| 20 Hz bis 20 kHz | <i>Hrschall</i>    |
| 20 kHz bis 1GHz  | <i>Ultraschall</i> |
| 1 GHz bis 10 THz | <i>Hyperschall</i> |

## 2.2 Schallausbreitung in verschiedenen Medien

TEXT

**2.2.1 Fluidschall**

**2.2.2 Körperschall**

**2.3 Komponenten einer Stereoanlage**

**2.3.1 Aufbau und Funktionsweise eines Exciters**

**2.4 Grundlagen der Plattenschwingung**

**2.5 Grundlagen der Schallabstrahlung**

**2.6 Werkstoffe für Exciterplatten**

**2.7 Simulationstechnische Grundlagen**

# **3 Lösung der Aufgabenstellung**

## **3.1 Konzeptentwicklung**

## **3.2 Simulation**

### **3.2.1 Auswertung der Simulation**

## **3.3 Versuchsaufbau**

### **3.3.1 Validierung der Versuchsergebnisse**

3/5, 8/6, 8/ $CO_2$ , 8/Wasser, 15/Sauerstoff, 26/Schwefel, 11/2 10/3, 11/4

# Literaturverzeichnis

(1) AUTHOR: *Title*, year