

## Der Klang der Räume: Akustische Prinzipien im architektonischen Design



Dieser Vortrag beleuchtet, wie architektonische Gestaltungsentscheidungen den Klang und die Akustik eines Raums beeinflussen. Von Materialien und Formen bis hin zu Schallreflexion und Absorption – die Symbiose von Funktionalität und akustischem Erlebnis steht im Fokus.

### Ziel des Vortrags:

Teilnehmer sollen die Grundlagen der Raumakustik verstehen und lernen, wie akustische Prinzipien in das architektonische Design integriert werden können, um funktionale und ästhetische Räume zu schaffen.

---

## 1. Einführung: Die Bedeutung von Akustik in der Architektur

*Startbild: Griechisches Theater*



### Warum ist Akustik ein essenzieller Aspekt im Design.

- Einfluss auf Wohlbefinden und Produktivität (z. B. Schulen, Büros).
- Bedeutung für Kommunikation und Verständlichkeit (z. B. Konzertsäle, Bahnhöfe).
- Reduzierung von Lärm und Störungen (z. B. Krankenhäuser, Wohngebäude).

## Beispiele für Akustik in der Architektur.

### 1. Theater / Opernhäuser – Perfekte Klangqualität für Konzerte

- Ziel: Klarer, gleichmäßiger Klang für alle Zuhörer.
- Beispiel: Elbphilharmonie Hamburg – Wellenförmige Wandstrukturen und spezielle Reflektoren optimieren den Klang.
- Herausforderung: Balance zwischen Nachhallzeit und Sprachverständlichkeit.



### 2. Bibliotheken – Akustische Ruhe für konzentriertes Arbeiten

- Ziel: Minimierung von Geräuschen, um eine ruhige Atmosphäre zu schaffen.
- Beispiel: Stadtbibliothek Stuttgart – Verwendung schallabsorbierender Materialien wie Teppiche und Akustikdecken.
- Herausforderung: Vermeidung von Hall in offenen Raumkonzepten.



### 3. Bahnhöfe – Verständliche Durchsagen trotz Lärm

- Ziel: Klare Durchsagen und Lärmreduzierung für Reisende.
- Beispiel: Hauptbahnhof Zürich – Speziell angeordnete Lautsprecher und schallabsorbierende Deckenpaneele.
- Herausforderung: Hohe Menschenmengen und harte Oberflächen verstärken Schallreflexionen.



**Definition von Raumakustik:** Klangverhalten in geschlossenen Räumen.

**Was ist Raumakustik?**

- Raumakustik beschreibt, wie sich Schall in geschlossenen Räumen ausbreitet.
- Beeinflusst durch: Raumgröße, Materialien, Form der Wände und Decken.

**Wichtige Begriffe:**

- **Nachhallzeit (RT60):** Die Zeit, die ein Schall benötigt, um um 60 dB abzunehmen.
    - Lange Nachhallzeit = Hallig (Kirche).
    - Kurze Nachhallzeit = Gedämpft (Tonstudio).
  - **Schallabsorption:** Materialien wie Teppiche, Stoffe und Holz reduzieren Schallreflexionen.
  - **Schallreflexion:** Harte Oberflächen (Beton, Glas) verstärken den Schall.
- 

## 2. Akustische Grundprinzipien

Schall sind mechanische Schwingungen, die sich als Wellen durch Luft, Flüssigkeiten oder feste Körper ausbreiten.

**Wichtige physikalische Eigenschaften von Schall:**

Wellenlänge ( $\lambda$ ):

Der Abstand zwischen zwei Schwingungsmaxima.

Lange Wellenlängen = tiefe Töne, kurze Wellenlängen = hohe Töne.

Frequenz (Hz):

Anzahl der Schwingungen pro Sekunde.

Hörbereich des Menschen: ca. 20 Hz – 20.000 Hz.

Tiefe Frequenzen (z. B. Bass) durchdringen Wände stärker als hohe Frequenzen.

Lautstärke (dB):

Schalldruckpegel in Dezibel (dB).

Flüstern: ca. 30 dB, Verkehrslärm: ca. 80 dB, Schmerzgrenze: ca. 120 dB.

### Wie Schall sich verhält:

- **Reflexion:** Schallwellen werden von Oberflächen zurückgeworfen.
  - Glatte, harte Oberflächen (Beton, Glas) führen zu starken Reflexionen.
- **Absorption:** Schallenergie wird von Materialien aufgenommen.
  - Weiche, poröse Materialien (Teppiche, Vorhänge) absorbieren Schall.
- **Transmission:** Schall dringt durch Materialien hindurch.
  - Dünne Wände lassen mehr Schall durch als dicke, massive Wände.
- **Diffusion:** Schall wird gleichmäßig in alle Richtungen gestreut.
  - Unregelmäßige, strukturierte Oberflächen (z. B. akustische Diffusoren) helfen, Echo-Effekte zu vermeiden.

### Wichtige Parameter:

#### Nachhallzeit (RT60):

- **Definition:** Die Zeit, die der Schall braucht, um um 60 dB abzunehmen.
- **Bedeutung:**
  - **Kurze Nachhallzeit (~0,5 Sek.)** → Gut für Sprachverständlichkeit (z. B. Klassenzimmer).
  - **Lange Nachhallzeit (~2-3 Sek.)** → Gut für Musikräume (z. B. Konzertsäle).

#### Sprachverständlichkeit (STI – Speech Transmission Index):

- **Ziel:** Sprache soll klar und verständlich sein.
- **Beeinflussende Faktoren:**
  - Hohe Nachhallzeit → Schlechte Verständlichkeit.
  - Störgeräusche (z. B. Maschinenlärm, Gespräche) verschlechtern die Sprachübertragung.

### Einfluss von Materialien und Geometrie:

- Unterschied zwischen schallharten (z. B. Glas) und schallweichen (z. B. Stoffe) Materialien.



- Form und Volumen von Räumen (z. B. Kuppeln, lange Hallen).

### 3. Anwendungen im architektonischen Design

Akustik spielt eine entscheidende Rolle in der architektonischen Gestaltung und beeinflusst maßgeblich das Wohlbefinden sowie die Funktionalität von Räumen. Je nach Nutzung eines Raumes variieren die akustischen Anforderungen erheblich, weshalb eine gezielte Planung und die Auswahl geeigneter Materialien und Elemente essenziell sind.

#### Typische Räume und ihre Anforderungen

- **Konzerthallen:**  
In Konzerthallen steht die perfekte Klangqualität im Vordergrund. Der Raum muss eine gleichmäßige Verteilung des Schalls ermöglichen, sodass Zuhörer an jedem Platz ein optimales Hörerlebnis haben. Eine zu starke Nachhallzeit kann die Klarheit der Musik beeinträchtigen, während zu wenig Nachhall die Klangfülle reduziert. Durch spezielle Wand- und Deckenstrukturen sowie gezielt platzierte Absorber und Reflektoren kann eine ideale Akustik erreicht werden.
- **Büros:**  
In Bürogebäuden ist es essenziell, Störungen durch Nachhall und Umgebungsgeräusche zu minimieren, um eine angenehme und produktive Arbeitsumgebung zu schaffen. Offene Büroflächen erfordern gezielte Maßnahmen zur Reduzierung der Lärmbelastung, beispielsweise durch schallabsorbierende Trennwände, Teppichböden oder Akustikdecken. Besonders wichtig ist es, Sprachverständlichkeit zu regulieren, sodass Gespräche innerhalb eines Arbeitsbereichs klar bleiben, ohne andere zu stören.
- **Klassenzimmer:**  
In Unterrichtsräumen steht die Sprachverständlichkeit im Mittelpunkt. Eine schlechte Akustik kann dazu führen, dass Schüler den Lehrenden nur schwer verstehen, was sich negativ auf die Konzentration und das Lernen auswirkt. Materialien zur Schallabsorption wie Akustikdecken, Wandpaneele und Teppichböden helfen dabei, störende Nachhallzeiten zu reduzieren und eine angenehme Hörumgebung zu schaffen. Gleichzeitig muss die Raumakustik so gestaltet sein, dass natürliche Sprachverstärkung erhalten bleibt.
- **Wohnräume:**  
Wohnräume erfordern eine ausgewogene Balance zwischen Ästhetik und Funktionalität. Während eine angenehme Raumakustik den Komfort erhöht, sollen Materialien und Gestaltungselemente gleichzeitig den individuellen Designvorstellungen entsprechen. Weiche Materialien wie Teppiche, Vorhänge oder Polstermöbel tragen dazu bei, störende Geräusche zu dämpfen und eine behagliche Atmosphäre zu schaffen, ohne dabei das Raumkonzept zu dominieren.

## Gestaltungsmöglichkeiten

- **Materialien: Schwerpunkt Textilien**

Textilien spielen eine wesentliche Rolle in der akustischen Gestaltung, da sie Schall effektiv absorbieren und Nachhall reduzieren. Teppiche, Vorhänge und Polstermöbel können gezielt eingesetzt werden, um den Geräuschpegel zu regulieren, insbesondere in großen oder halligen Räumen. Neben ihrer Funktionalität bieten Textilien auch gestalterische Vielfalt und tragen zur optischen Gestaltung eines Raumes bei.



### Elemente:

Eine durchdachte Kombination verschiedener akustischer Elemente kann die Klangqualität eines Raumes erheblich verbessern. Dazu gehören:

- **Akustische Decken** mit speziell entwickelten Absorberplatten zur Reduzierung von Nachhall.
  - **Wandpaneele**, die gezielt an Schallreflexionspunkten angebracht werden, um unerwünschte Echoeffekte zu minimieren.
  - **Vorhänge und Teppiche**, die nicht nur zur Schallabsorption beitragen, sondern auch optische und funktionale Gestaltungsmöglichkeiten bieten.
  - **Bodenbeläge**, wie Kork oder spezielle Teppiche, die Trittschall dämpfen und für eine angenehme Raumakustik sorgen.
  - **Möblierung**, die durch Polsterung und gezielte Anordnung schalllenkende Eigenschaften haben kann.
- **Innovative Technologien:**

Fortschritte in der Akustikplanung ermöglichen es, Räume noch gezielter auf ihre jeweiligen Anforderungen hin zu optimieren. Dazu gehören:

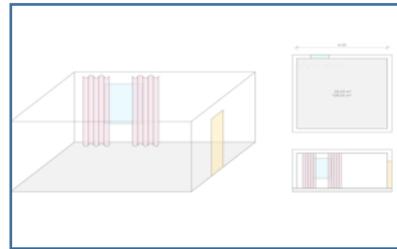
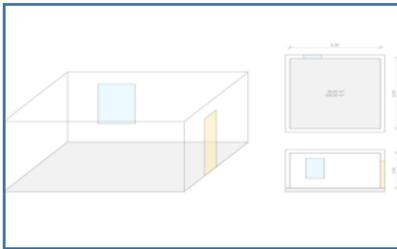
    - **Variable Akustiksysteme**, die sich an unterschiedliche Nutzungsszenarien anpassen lassen. Beispielsweise kann in Konzerthallen durch verstellbare Paneele oder Vorhänge die Nachhallzeit je nach Musikstil reguliert werden.
    - **Digitale Simulationen**, die eine präzise akustische Planung ermöglichen, bevor ein Raum überhaupt gebaut wird. Mithilfe moderner Software können

Architekten und Akustiker vorab verschiedene Materialien und Anordnungen testen, um das beste Klangergebnis zu erzielen.

---

#### 4. Akustik erlebbar machen

- **Demo: Klangbeispiele:**
  - Vergleich von Räumen mit unterschiedlichen Nachhallzeiten (z. B. leere vs. möblierte Räume).



- **Mitmachaktivität:**
    - Simulation eines einfachen Designs: Wie wirken verschiedene Materialien und Formen auf den Klang?
- 

#### 5. Fazit und Diskussion

- **Zusammenfassung der Kernaussagen:**
    - Akustik als integraler Bestandteil der Architektur.
    - Bedeutung der Zusammenarbeit zwischen Architekten und Akustikern.
  - **Fragen und Diskussion:**
    - Offene Fragerunde für Teilnehmer.
    - Austausch von Ideen und Erfahrungen.
- 

Der Vortrag soll inspirieren, akustische Prinzipien als kreatives und funktionales Element in der Architektur zu sehen und deren Anwendung in der Praxis zu fördern.