

---

# Lauter Sport in leisen Hallen

---

Moritz Späh



4. Kongress  
Zukunftsraum Schule  
17. November 2015

# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Problemstellung

- Gute Akustik in Schulen und Unterrichtsräumen hat (leider noch) keine Priorität.
- Zu viele Sport- und Schwimmhallen weisen akustische Defizite auf.
- Schlechte akustische Lehr- und Lernbedingungen wirken sich akut, kumuliert und chronisch auf alle Betroffenen aus.

## Aspekte akustischer Betroffenheit

- Lautstärke, Lärmpegel (Hör- und Sprechanstrengung)
- Sprachverständlichkeit (Kommunikation)
- Leistungsfähigkeit (Aufmerksamkeit, Konzentration)
- Sicherheit und Gesundheit (Warnsignale)
- Gesamtzufriedenheit, Lehr- und Lernerfolg

# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

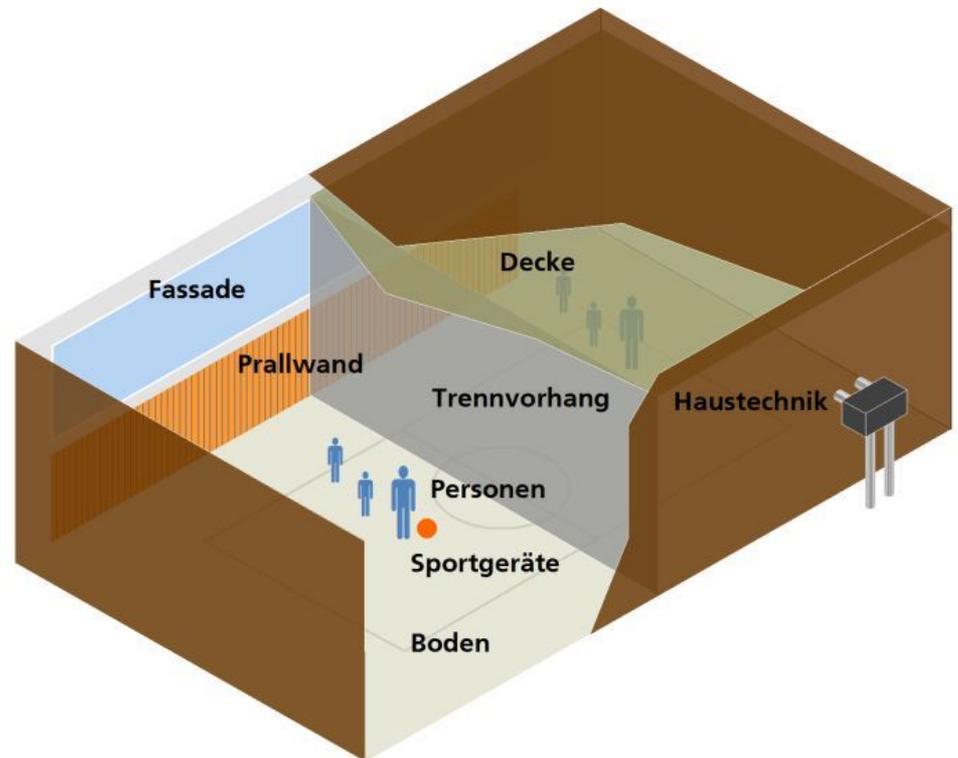
Projektansatz mit Unterstützung des  
Sportlehrerverbands Baden-Württemberg



# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Geräuschquellen
- Schallschutz
- Raumakustik
- *Organisation*



# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

### ■ Geräuschquellen

- Personen (sprachlicher, nichtsprachlicher Schall)
- Sportgeräte (Bälle, Turngeräte, ...) und -böden, Musik
- Umgebung (außerhalb, innerhalb des Gebäudes)
- Technische Anlagen (Lüftung, Heizung, Wasseraufbereitung, ...)

**Norm**

**Norm**

### ■ Schallschutz

- Fassade, Dach (am Gebäude)
- Trennwände, Trenndecken (im Gebäude)
- Trennvorhänge (in Mehrfeld-Hallen)
- Abschirmelemente

**Norm**

**Norm**

**Norm**

# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Raumakustik
  - Dämpfung des Raumes
  - Reduzierung der Nachhallzeit (Halligkeit)
  - Erhöhung der Sprachverständlichkeit
  - Besonderer Bedarf bei Hörschädigung und Fremdsprache

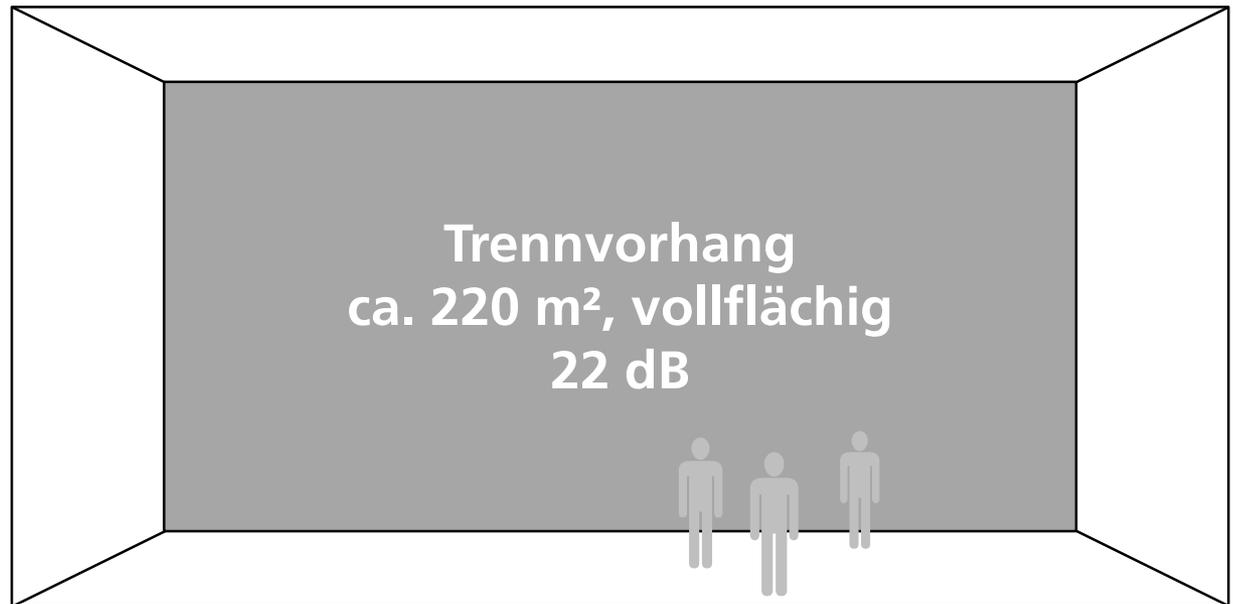
**Norm**

# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

### ■ Anforderungen am Beispiel

**Trennvorhang** (22 dB im Prüfstand, 18 dB in der Praxis) *DIN 18032*

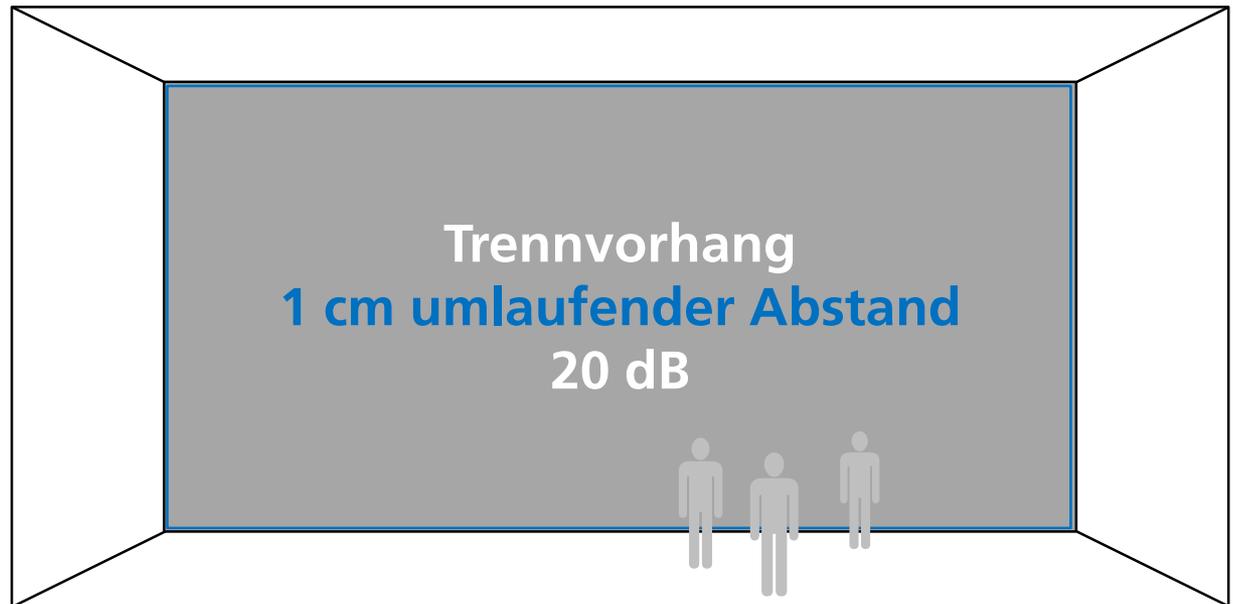


# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Anforderungen am Beispiel

**Trennvorhang** (22 dB im Prüfstand, 18 dB in der Praxis) *DIN 18032*

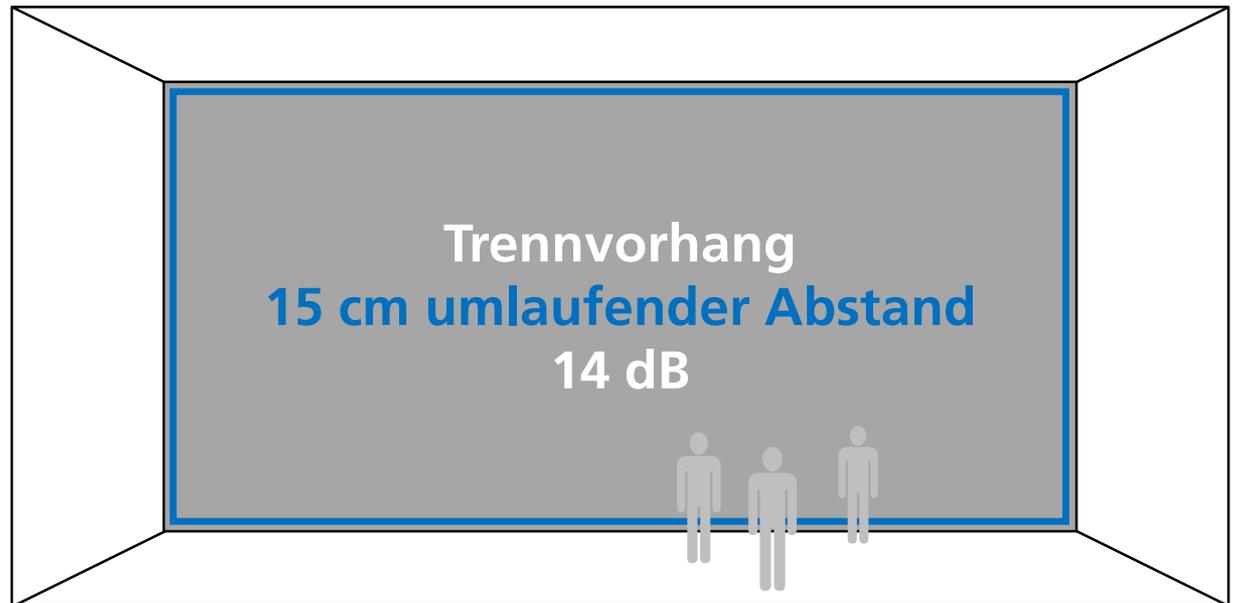


# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Anforderungen am Beispiel

**Trennvorhang** (22 dB im Prüfstand, 18 dB in der Praxis) *DIN 18032*

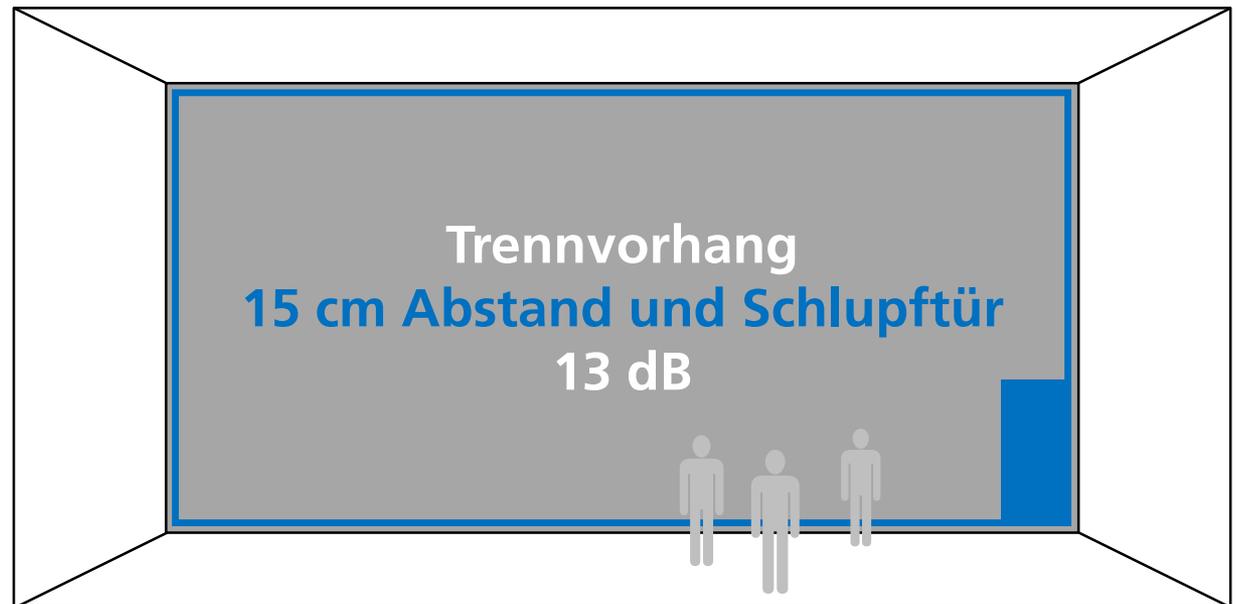


# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Anforderungen am Beispiel

**Trennvorhang** (22 dB im Prüfstand, 18 dB in der Praxis) *DIN 18032*



# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Anforderungen am Beispiel

**Trennvorhang** (22 dB im Prüfstand, 18 dB in der Praxis) *DIN 18032*

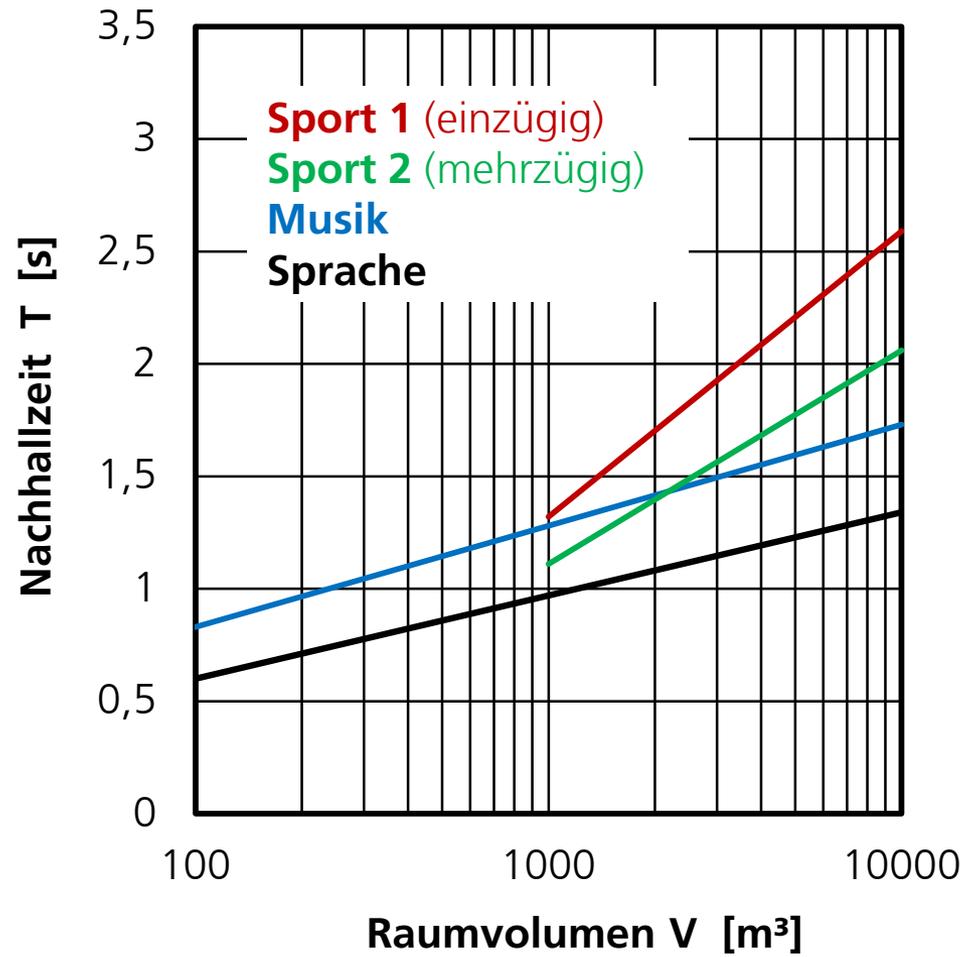


# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

■ Anforderungen am Beispiel

### Nachhallzeit



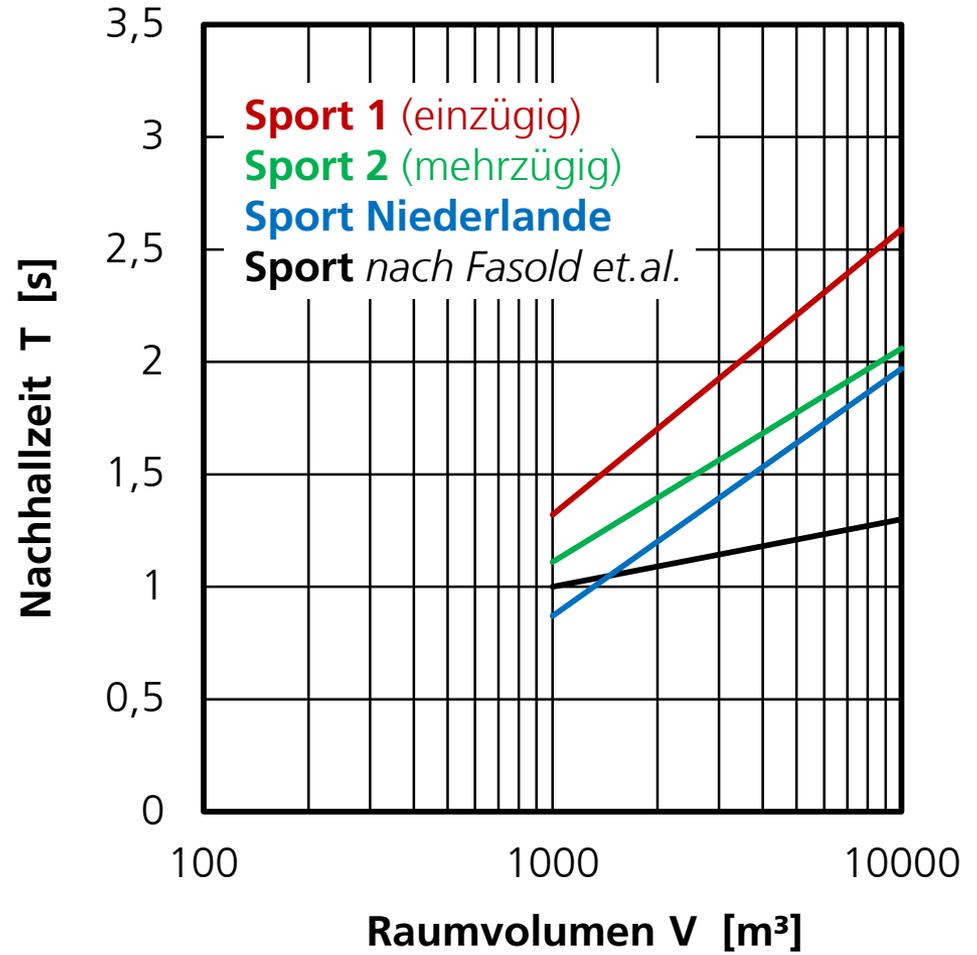
DIN 18041\*, DIN 18032

# Gute Akustik in Sport- und Schwimmhallen

## Akustische Gestaltung

- Anforderungen am Beispiel

### Nachhallzeit



DIN 18041\*, DIN 18032

# Befragung von Sportlehrkräften

<b>Teilnehmer:</b>	253
<b>Geschlechterverteilung:</b>	63% Frauen, 37% Männer
<b>Alter:</b>	M = 44,6 Jahre
<b>Lehrtätigkeit Schule:</b>	M = 11 Jahre
<b>Umfang Sportunterricht:</b>	M = 10,4 Schulstunden
<b>Anteil Schwimmlehrer:</b>	57%

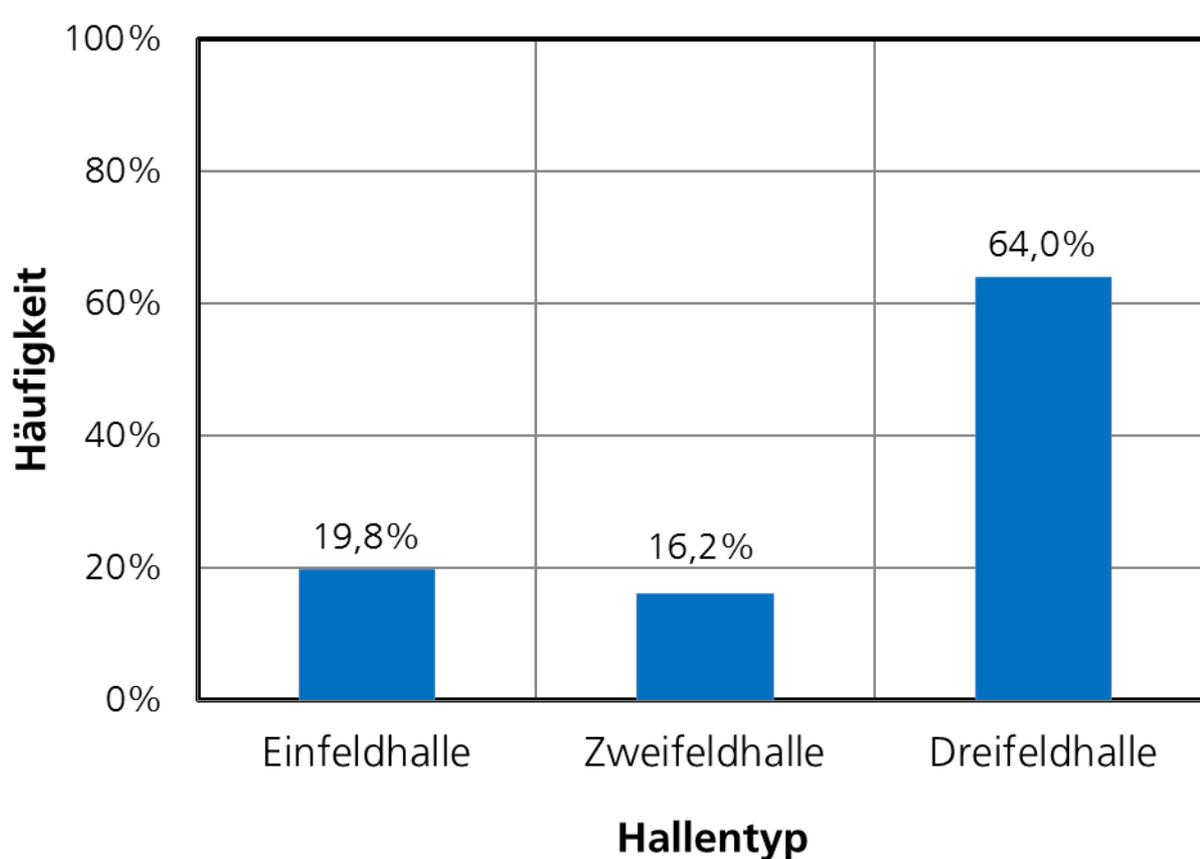
M = arithmetisches Mittel; SD = Standardabweichung

# Beschreibung der Hallen und Nutzungssituation

## Sporthallen



„Um welchen Hallentyp handelt es sich bei Ihrer Sporthalle?“

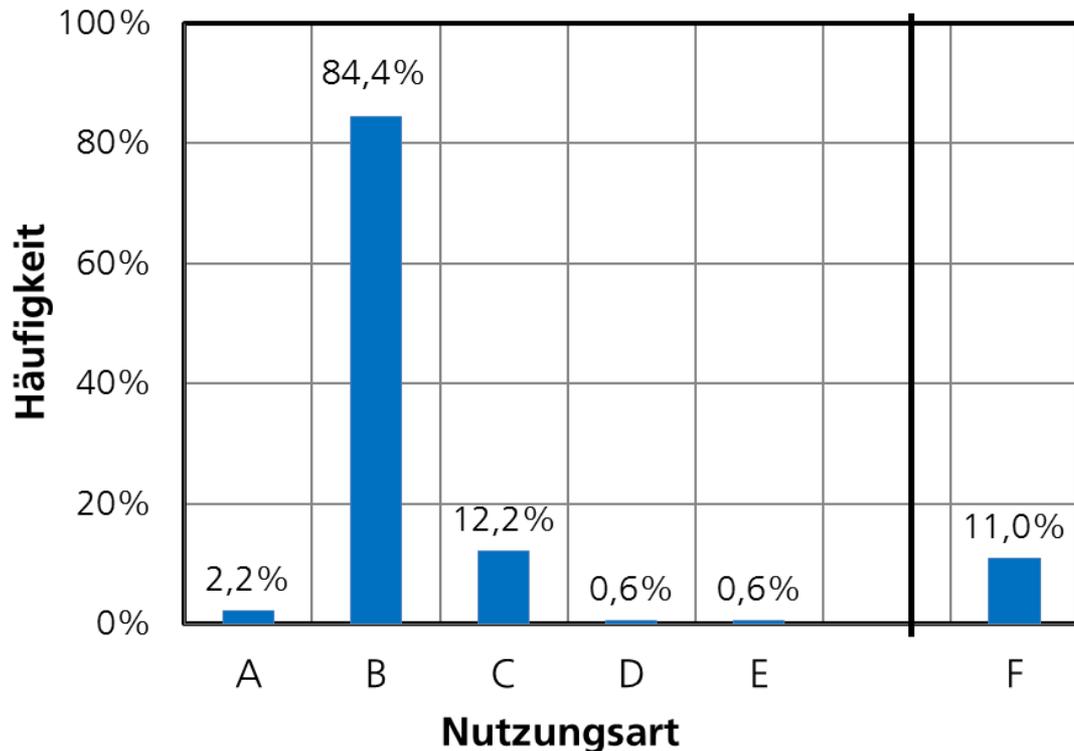


# Beschreibung der Hallen und Nutzungssituation

## Dreifeldhallen



„Wie nutzen Sie die Sporthalle für gewöhnlich?“



A: Ganze Halle

**B: 1/3 der Halle mit Parallelunterricht**

C: 2/3 der Halle mit Parallelunterricht

D: 1/3 der Halle ohne Parallelunterricht

E: 2/3 der Halle ohne Parallelunterricht

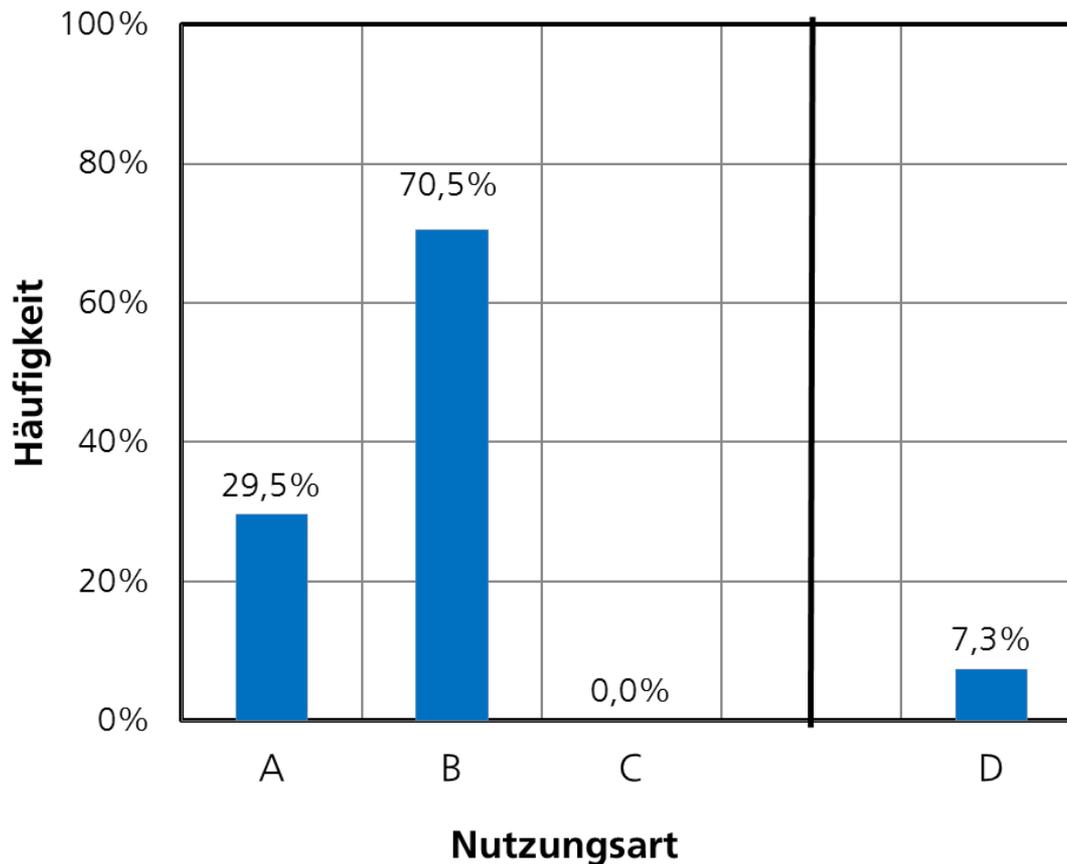
F: Mehrfachnennungen

# Beschreibung der Hallen und Nutzungssituation

## Zweifelhallen



„Wie nutzen Sie die Sporthalle für gewöhnlich?“



A: Ganze Halle

**B: ½ Halle mit  
Parallelunterricht**

C: ½ Halle mit  
Parallelunterricht

D: Mehrfachnennungen

# Beschreibung der Hallen und Nutzungssituation

## Schwimmbhallen



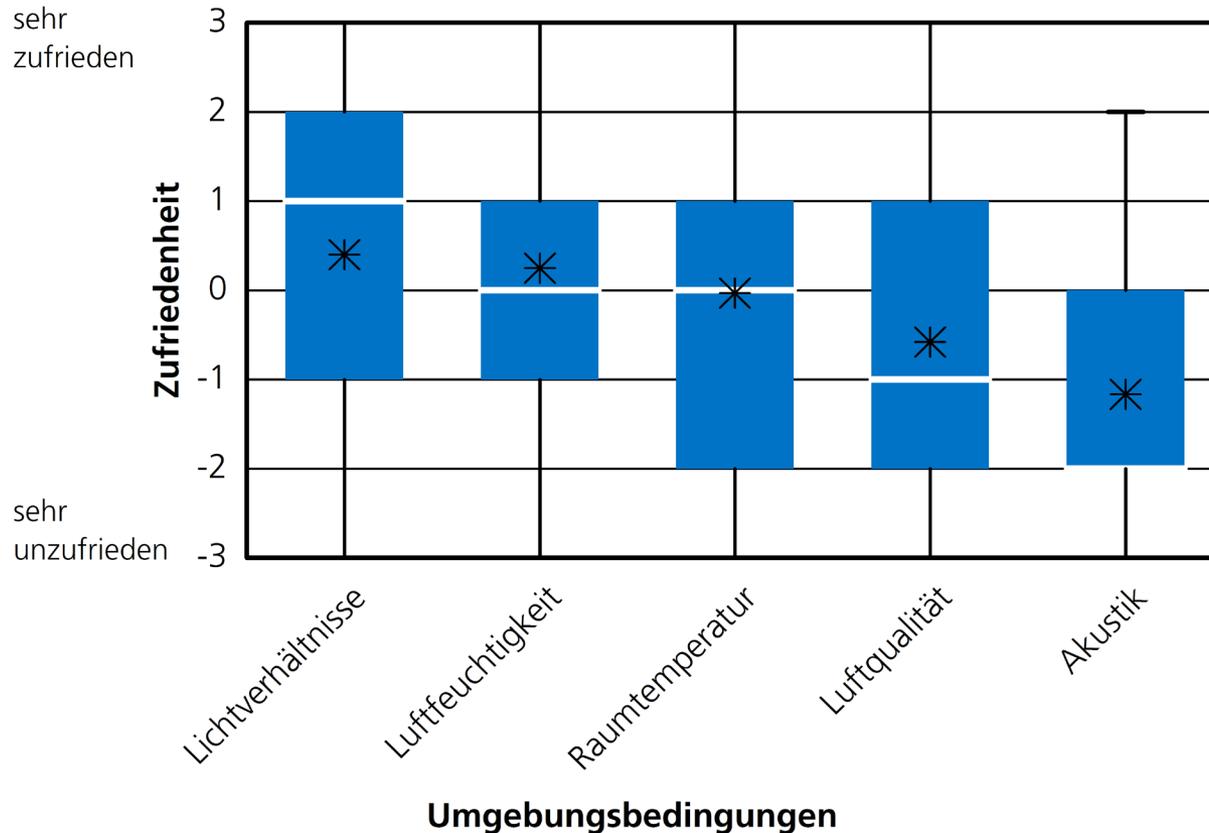
Art der Schwimmhalle	Anzahl (%)	davon		
		überwiegend gemeinschaftliche Nutzung (Parallelunterricht, Badebetrieb)	überwiegend alleinige Nutzung	beides gleichermaßen
Kleines Schwimmerbecken (25m) und andere Becken	60 (41%)	<b>92%</b>	7%	1%
Kleines Schwimmerbecken (25m)	44 (30%)	<b>57%</b>	41%	2%
Großes Schwimmerbecken (50m) und anderen Becken	12 (8%)	<b>92%</b>	8%	0%
Großes Schwimmerbecken (50m)	7 (5%)	<b>86%</b>	14%	0%
Sonstige (z.B. spezielle Lehrbecken)	22 (15%)	32%	<b>68%</b>	0%

Durchschnittliches Alter der Schwimmbhallen: 32 Jahre (SD = 15 Jahre)

# Physikalische Umgebungsbedingungen Sporthallen



„Wie zufrieden sind Sie mit...?“

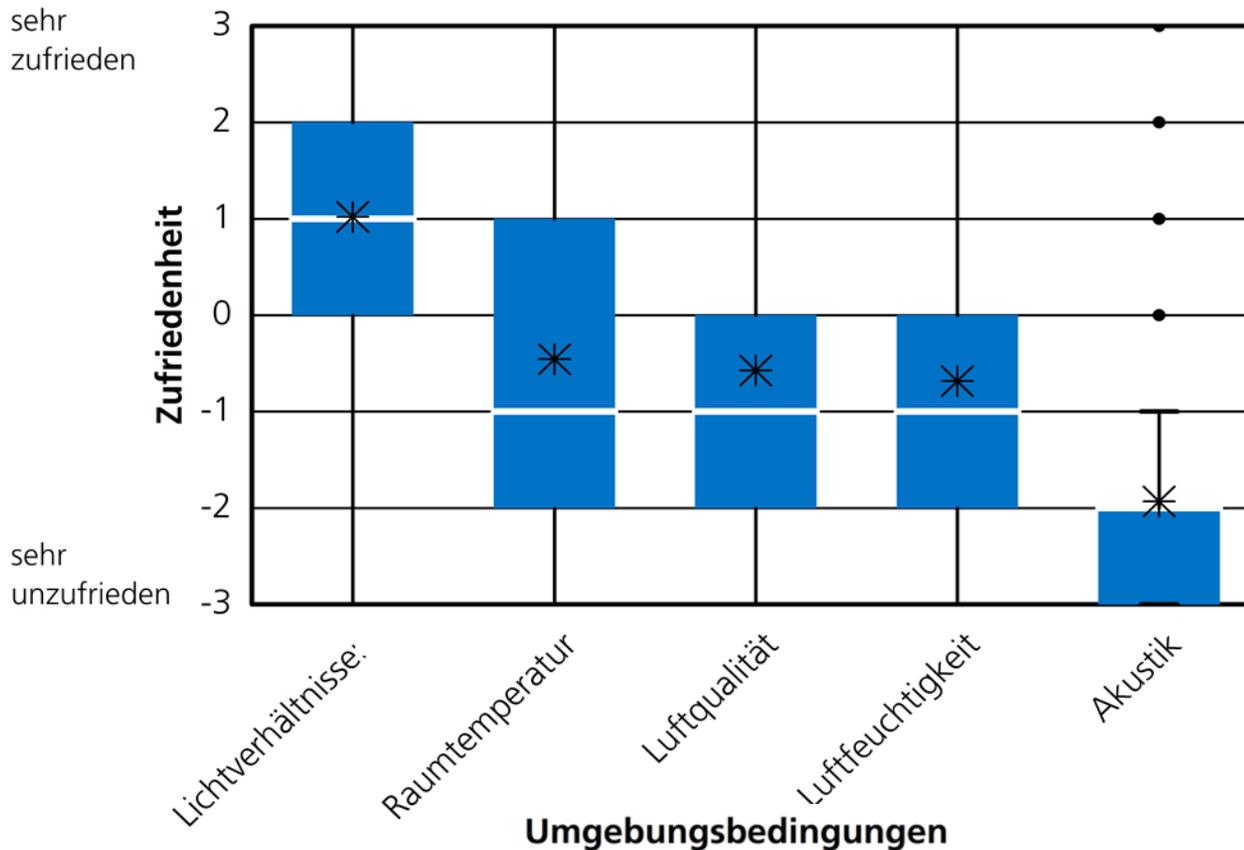


Über 75% der Befragten sind eher oder sogar sehr unzufrieden mit der Akustik.

# Physikalische Umgebungsbedingungen Schwimmhallen



„Wie zufrieden sind Sie mit...?“



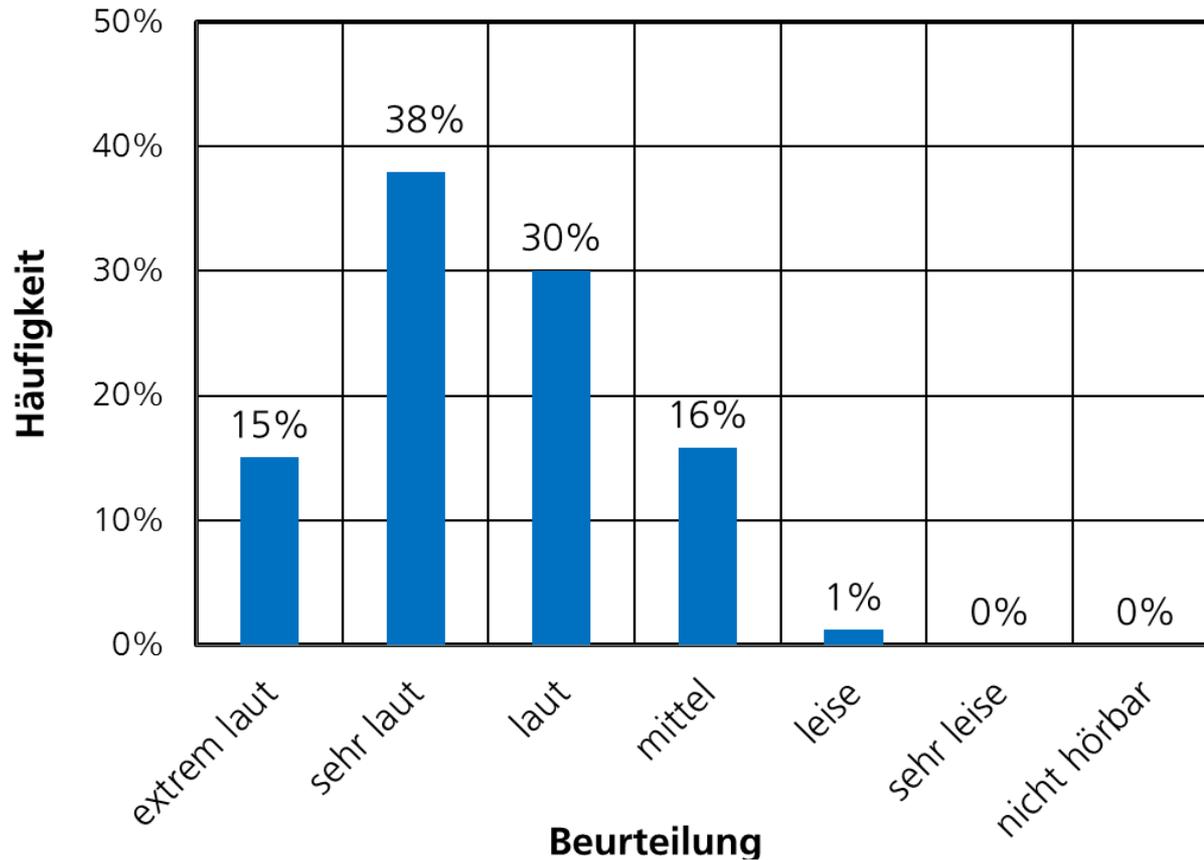
- Große Unzufriedenheit mit der Akustik
- Auch Luftfeuchte und -qualität werden vorwiegend negativ beurteilt.

# Subjektive Lautstärke

## Sporthallen



„Wie beurteilen Sie die Lautstärke während des Unterrichts?“



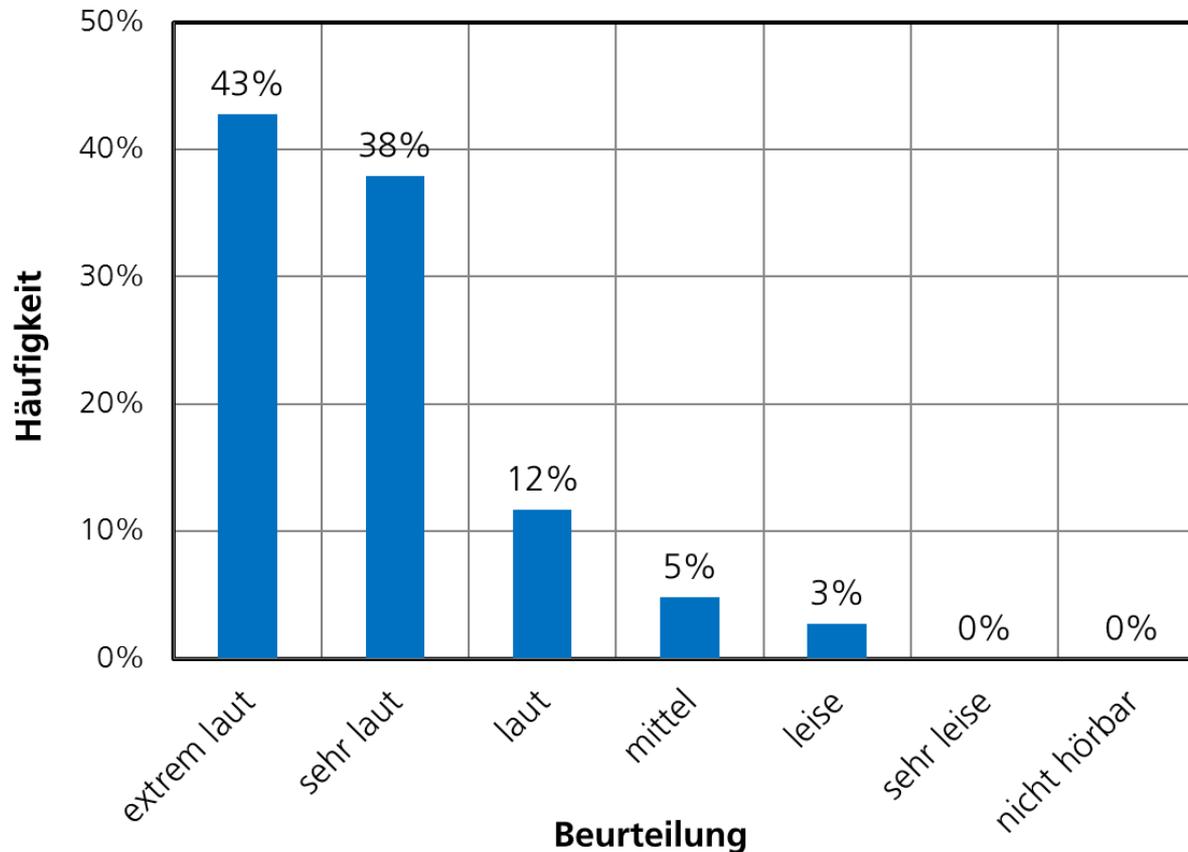
**53%** der Lehrkräfte beurteilen die Lautstärke in ihrer Sporthalle als **extrem laut oder sehr laut!**

# Subjektive Lautstärke

## Schwimmhallen



„Wie beurteilen Sie die Lautstärke während des Unterrichts?“

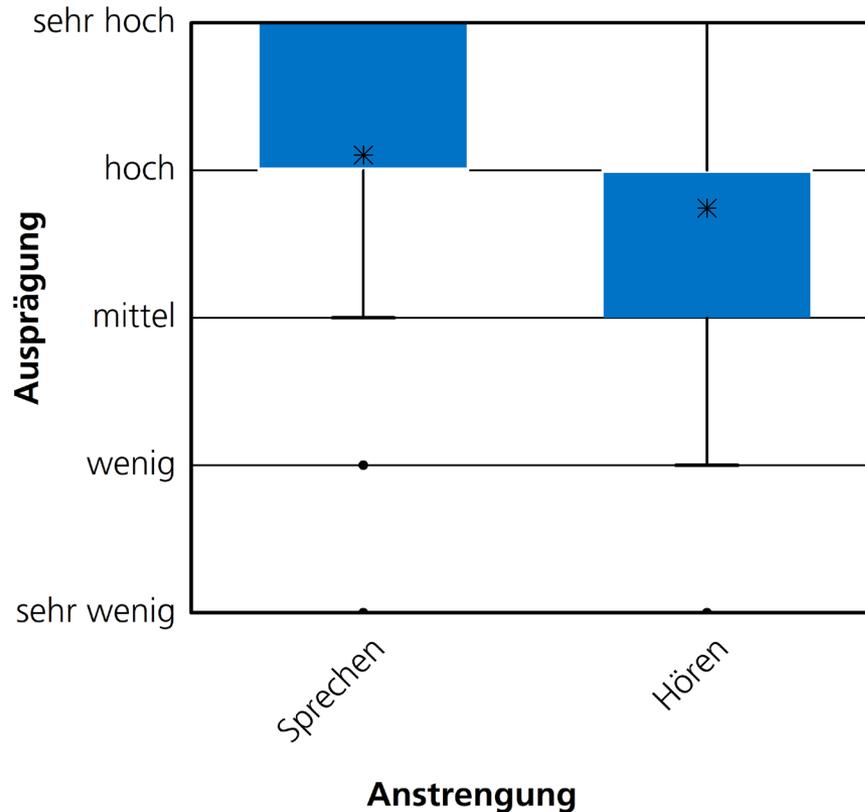


**81%** der Lehrkräfte beurteilen die Lautstärke in ihrer Schwimmhalle als **extrem laut oder sehr laut!**

# Sprech- und Höranstrengung Sporthallen



„Bitte beurteilen Sie die Anstrengung beim Hören und Sprechen während des Unterrichts in der Sporthalle.“

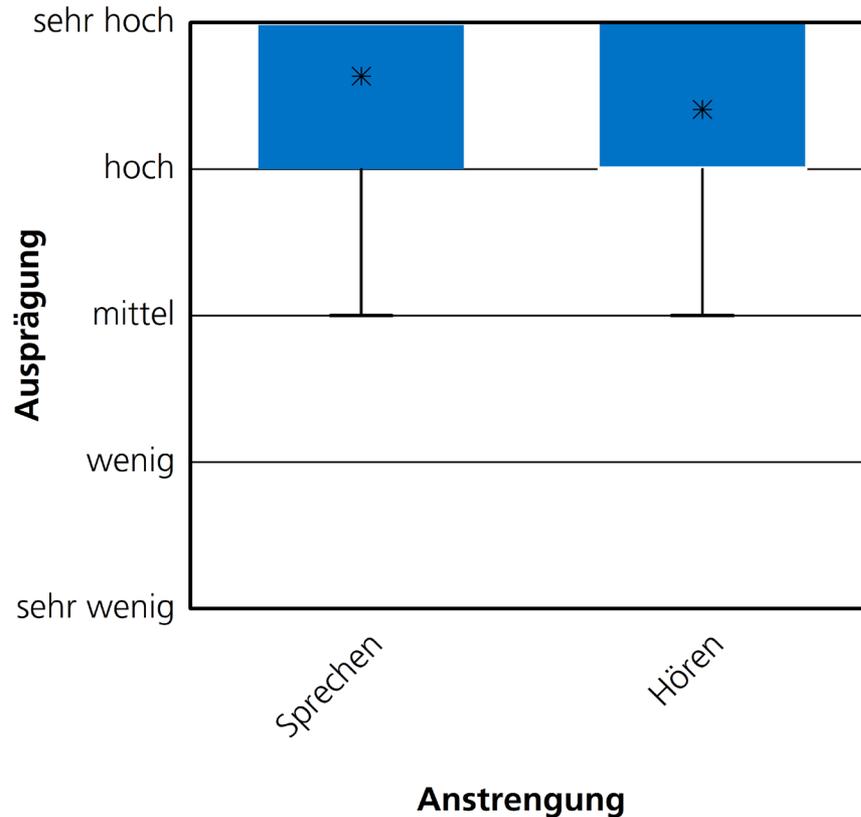


- Das Sprechen während des Unterrichts wird von einem Großteil der Teilnehmer als sehr anstrengend empfunden.
- Auch das Zuhören erfordert meist eine mittlere bis hohe Anstrengung.

# Sprech- und Höranstrengung Schwimmhallen



„Bitte beurteilen Sie die Anstrengung beim Hören und Sprechen während des Unterrichts in der Schwimmhalle.“



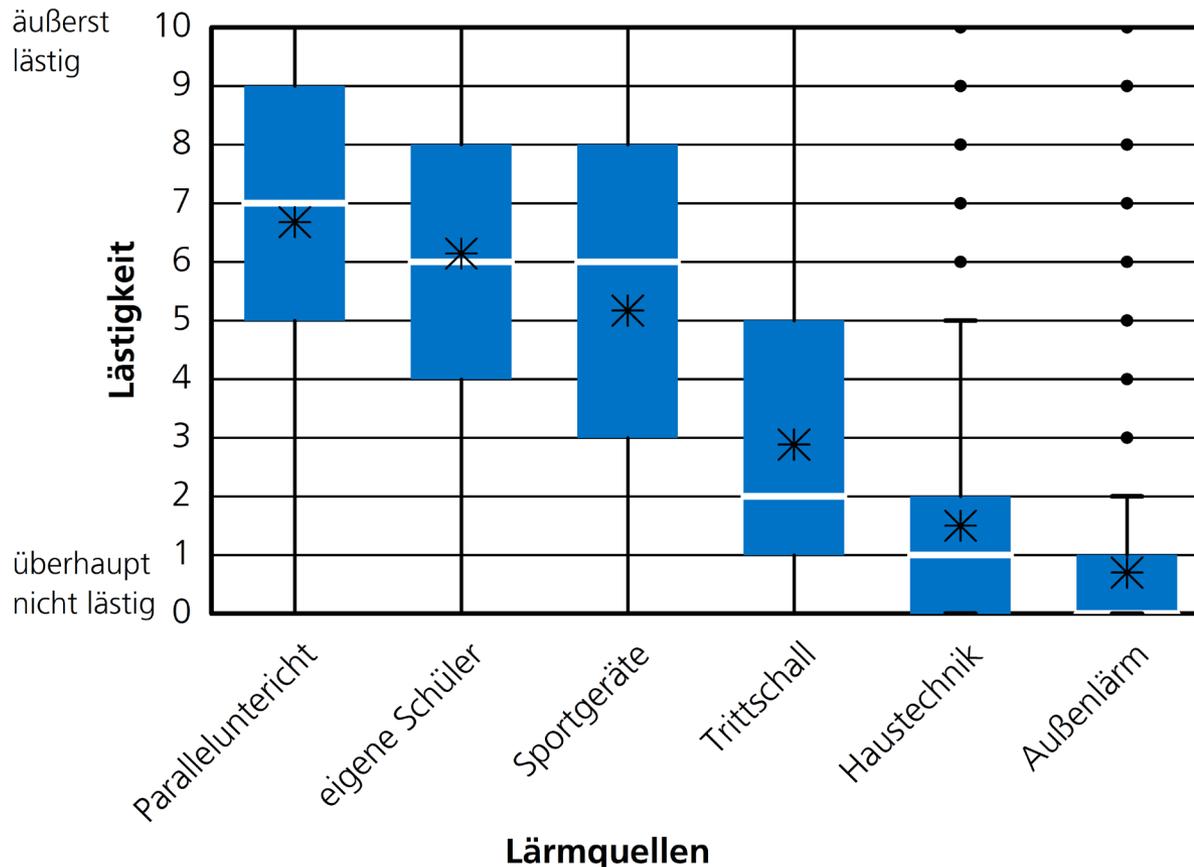
Das Sprechen und Zuhören während des Unterrichts wird mehrheitlich als sehr anstrengend empfunden.

# Lästigkeit von Störgeräuschen

## Sporthallen



„Wie stark fühlen Sie sich gestört oder belästigt durch Lärm durch...?“

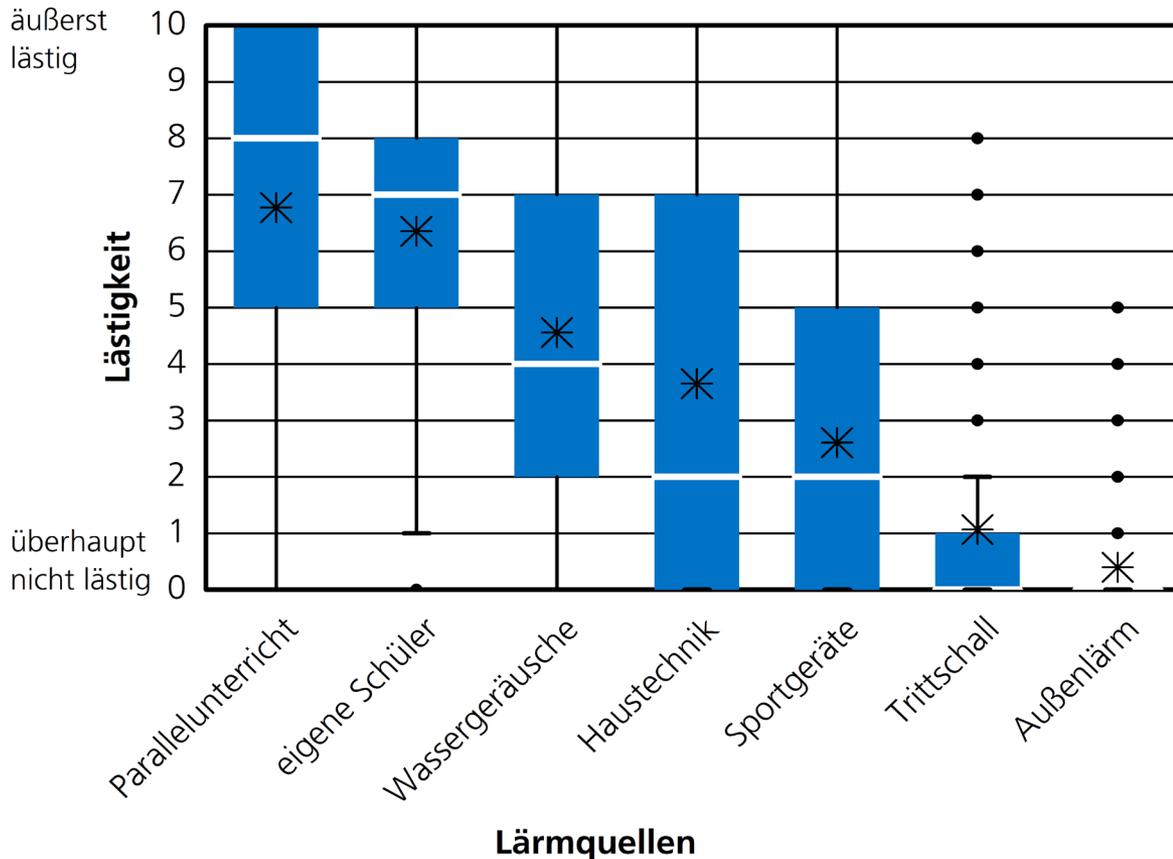


- Geräusche aus dem Parallelunterricht werden als besonders störend empfunden.
- Eigener Lärm stört etwas weniger.

# Lästigkeit von Störgeräuschen Schwimmhallen



„Wie stark fühlen Sie sich gestört oder belästigt durch Lärm durch...?“



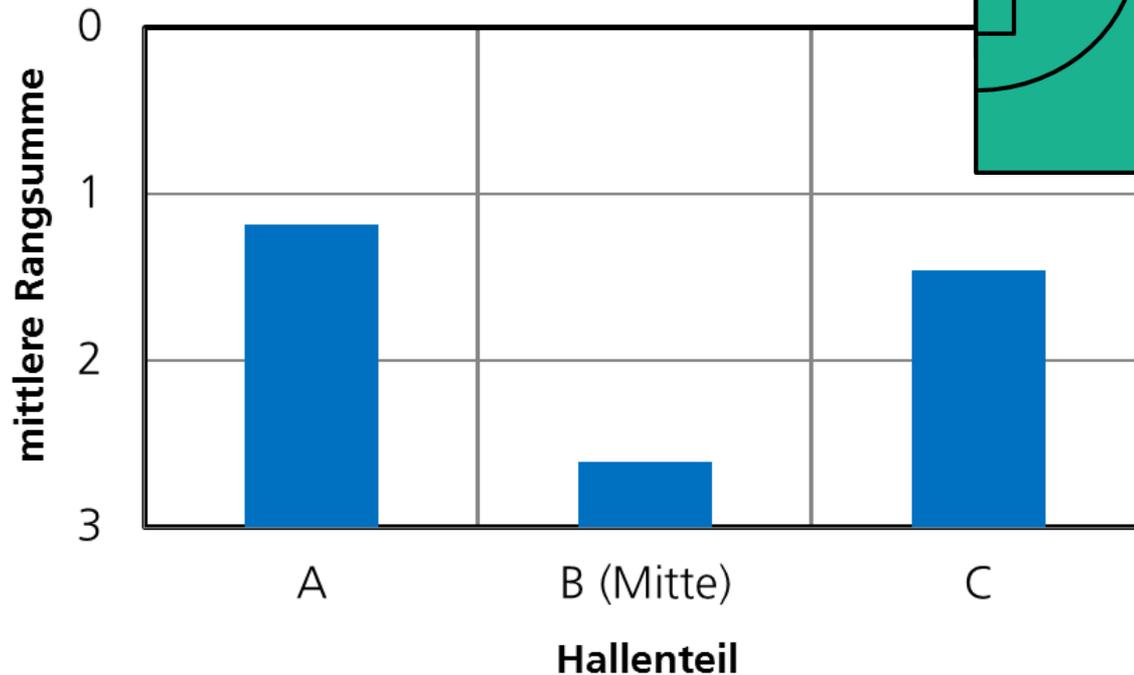
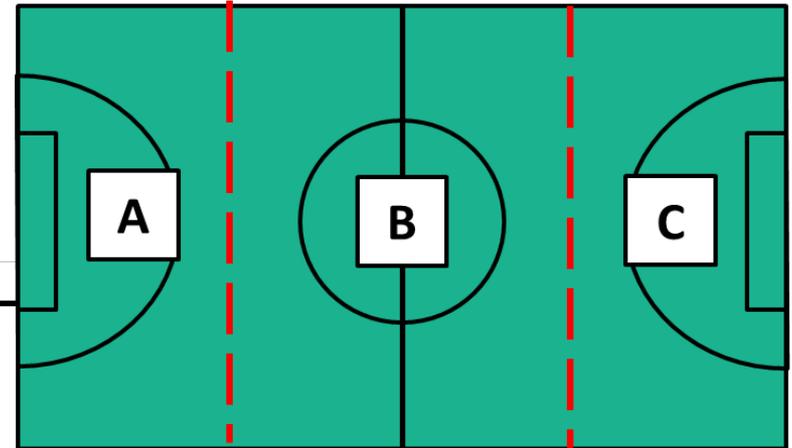
Auch während des Schwimmunterrichts sind Störgeräusche durch andere Schwimmer und Schulklassen besonders störend.

# Vergleich der Hallenteile in Dreifeldhallen

## Sporthallen



„In welchem Hallenteil ist die Akustik Ihrer Meinung nach am besten? Bringen Sie die einzelnen Hallenteile in eine Rangfolge.“



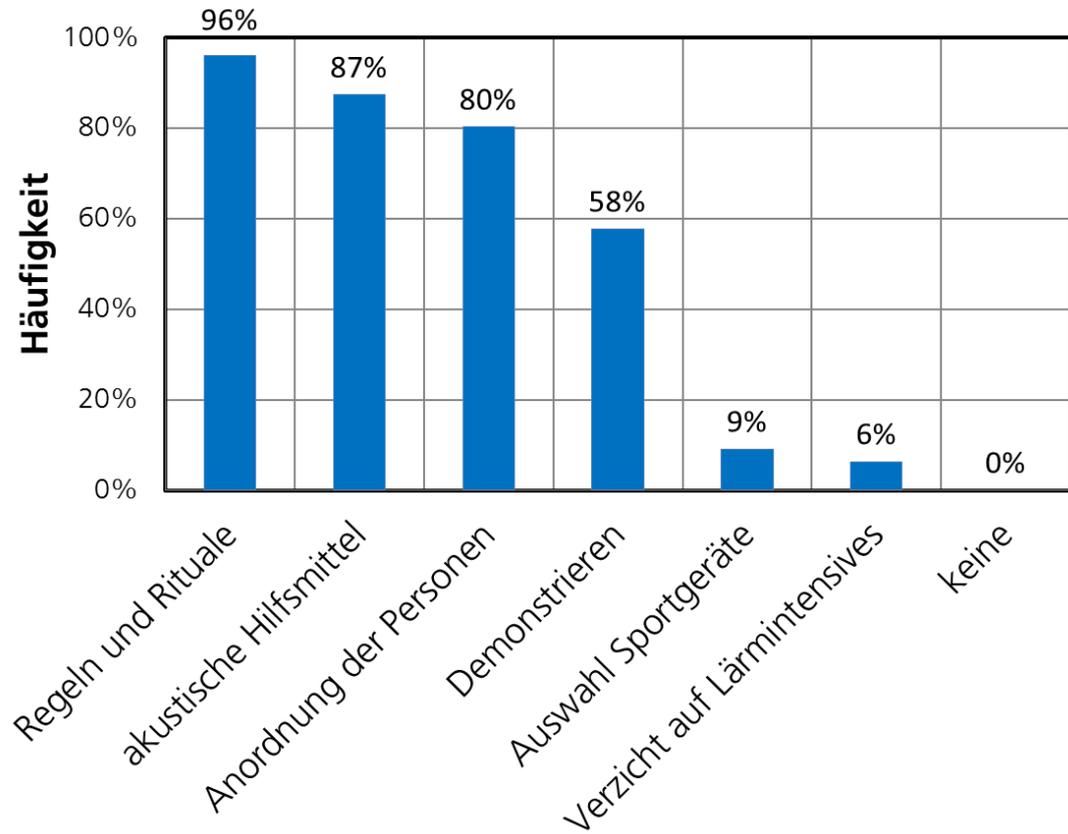
# Gegenmaßnahmen & Lösungsansätze

## Sporthallen



„Welche Maßnahmen ergreifen Sie als Lehrkraft im Rahmen des Unterrichts, um die Lärmbelastung zu reduzieren und die Kommunikationssituation zu verbessern?“

Alle Befragten ergreifen gezielte Maßnahmen zur Lärminderung und/ oder Kommunikationsverbesserung



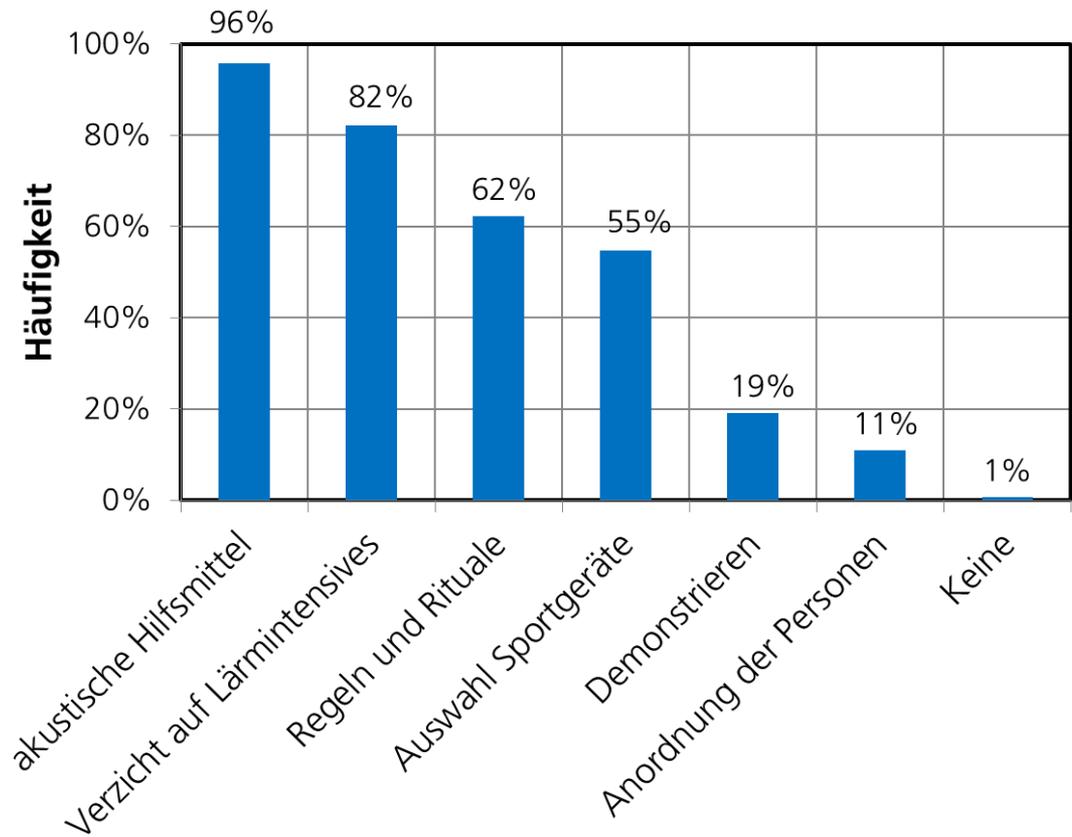
# Gegenmaßnahmen & Lösungsansätze

## Schwimmbhallen



„Welche Maßnahmen ergreifen Sie als Lehrkraft im Rahmen des Unterrichts, um die Lärmbelastung zu reduzieren und die Kommunikationssituation zu verbessern?“

Anders als in den Sporthallen wird in den Schwimmbhallen auch häufig auf lärmintensive Spiele und Sportgeräte verzichtet.



# Fazit der Befragung

- Der Unterricht wird in Sporthallen von über 50% und in Schwimmhallen von über 80% der Befragten als extrem oder sehr laut eingeschätzt!
- Störschall durch Parallelunterricht, Ballprellen und Musik ist besonders störend.
- In Dreifeldhallen wird die akustische Situation im Mittelteil als besonders schlecht bewertet.
- Die Lehrkräfte ergreifen selbst eine Reihe von Maßnahmen zur Verbesserung der Akustik.
- Die gute Umsetzung geeigneter Maßnahmen (z.B. lückenlose Trennvorhänge) schlägt sich auch in einer besseren Beurteilung nieder.

# Messungen in Bestandsgebäuden

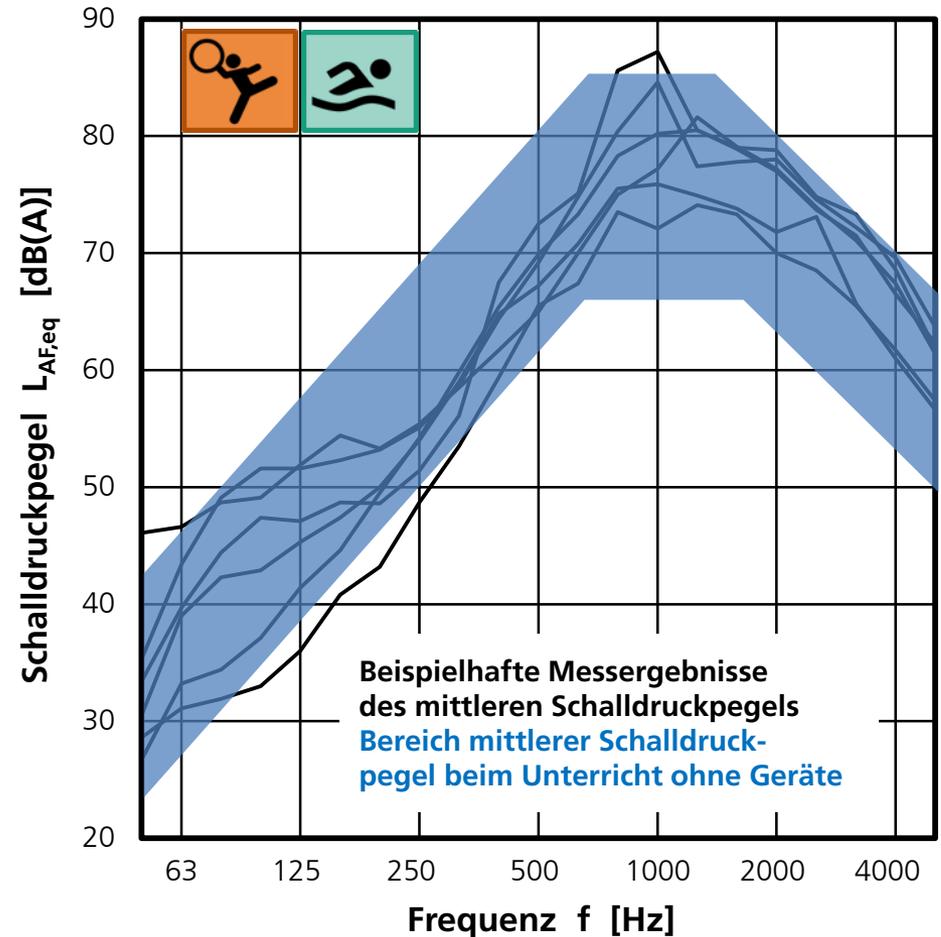
- Sporthallen, 3.000 bis 10.000 m<sup>3</sup>
  - mittlere Geräuschpegel
  - Geräusch- und Schwingungspegel (Boden)
  - Nachhallzeit gesamt und in Teilhallen
  - Schalldämmung von Trennvorhängen
- Schwimmhallen, 1.500 bis 10.000 m<sup>3</sup>
  - mittlere Geräuschpegel
  - Nachhallzeit

# Messungen in Bestandsgebäuden

Geräusche ohne Nutzung  
von Geräten

20 bis 25 Personen

Summenschallpegel  
80 bis 90 dB(A)



# Mittlere Nachhallzeiten

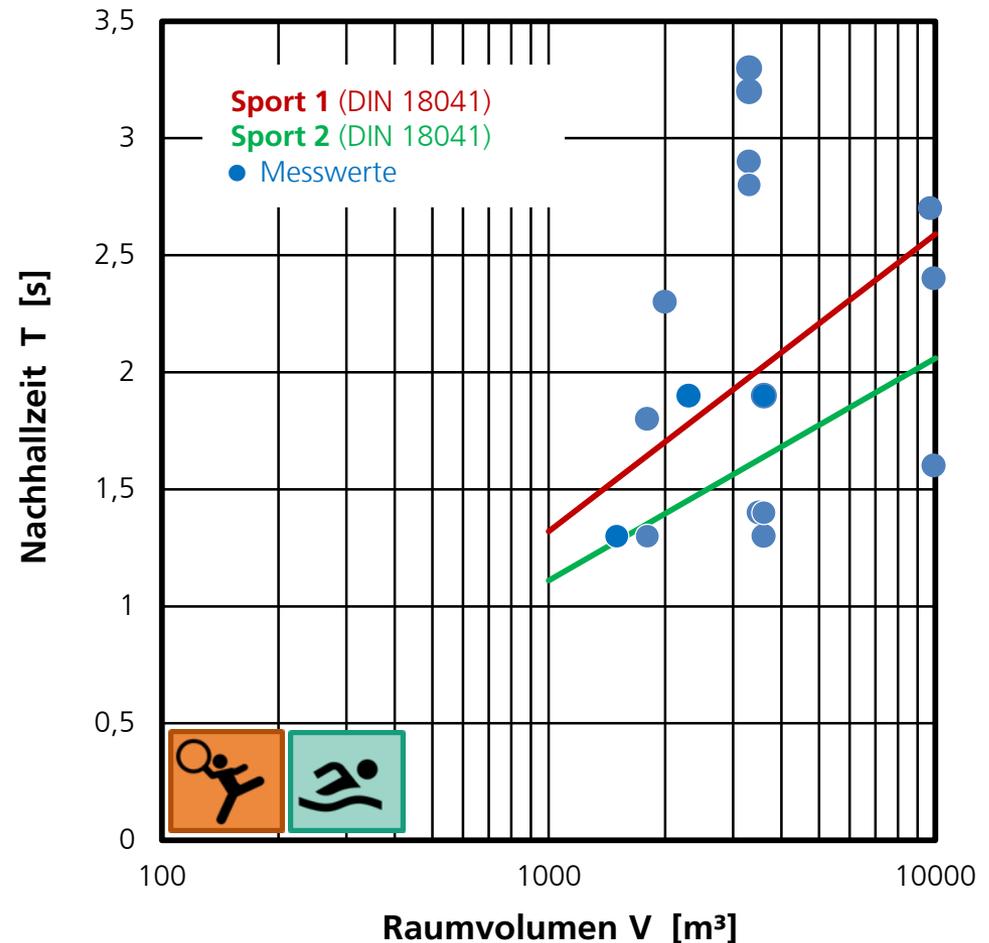
## Sport- und Schwimmhallen

$$r \geq r_0$$

$$T_{60} = 0.16 \frac{V}{-\ln(1 - \bar{\alpha}) S}$$

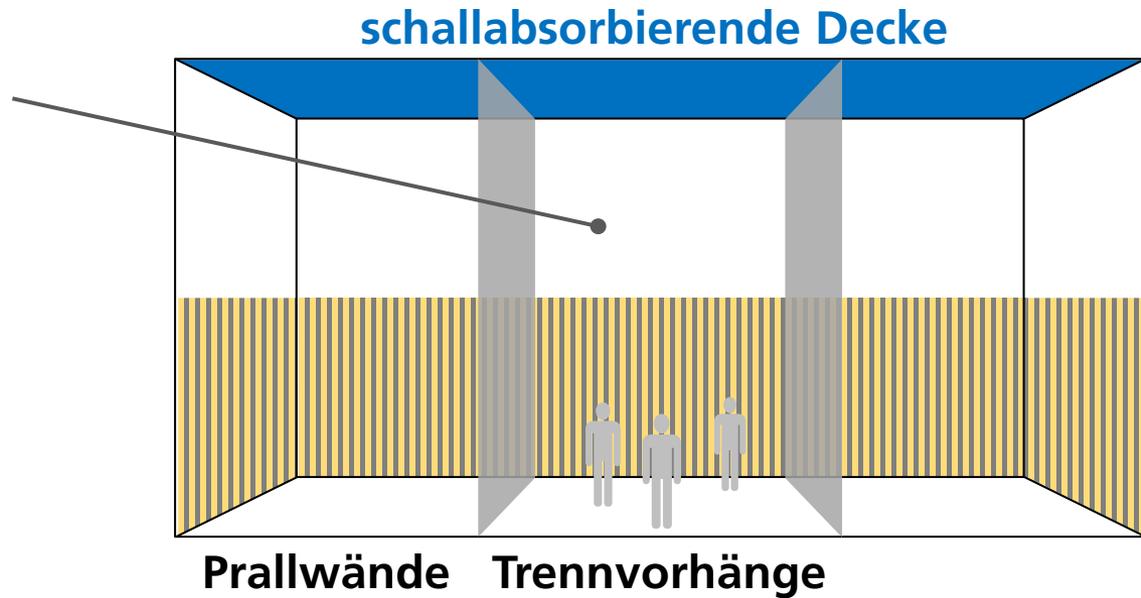
$$A = \bar{\alpha} S$$

$$2 \cdot A = \frac{T_{60}}{2} \rightarrow -3 \text{ dB}$$

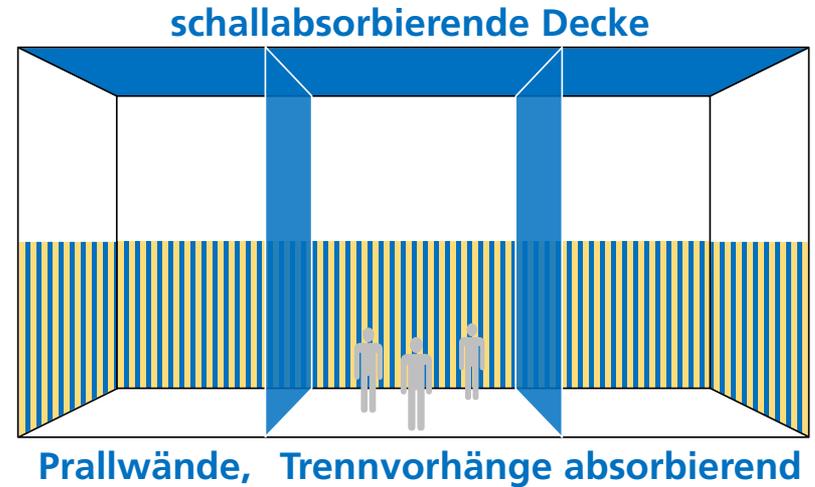
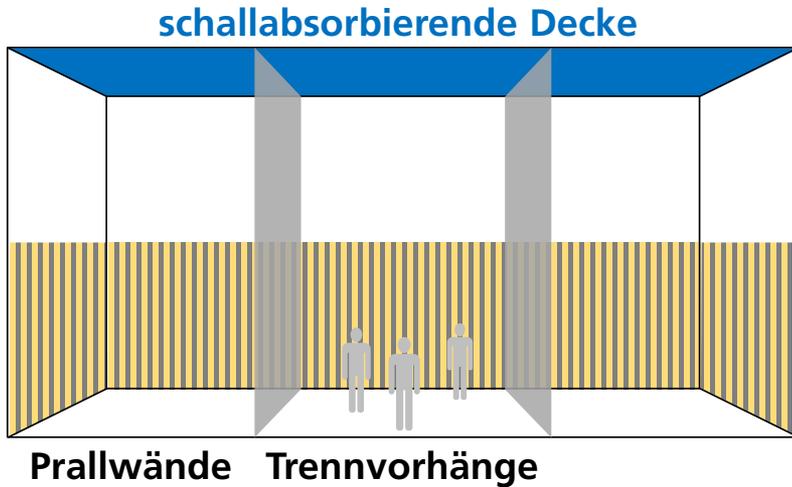


# Sporthallen, Aufteilung in Teilfelder

Mittelfeld subjektiv als „schlechter“ bewertet



# Ausweg → schallabsorbierende Trennvorhänge



$$\alpha \approx 0.3 \sim 0.5$$

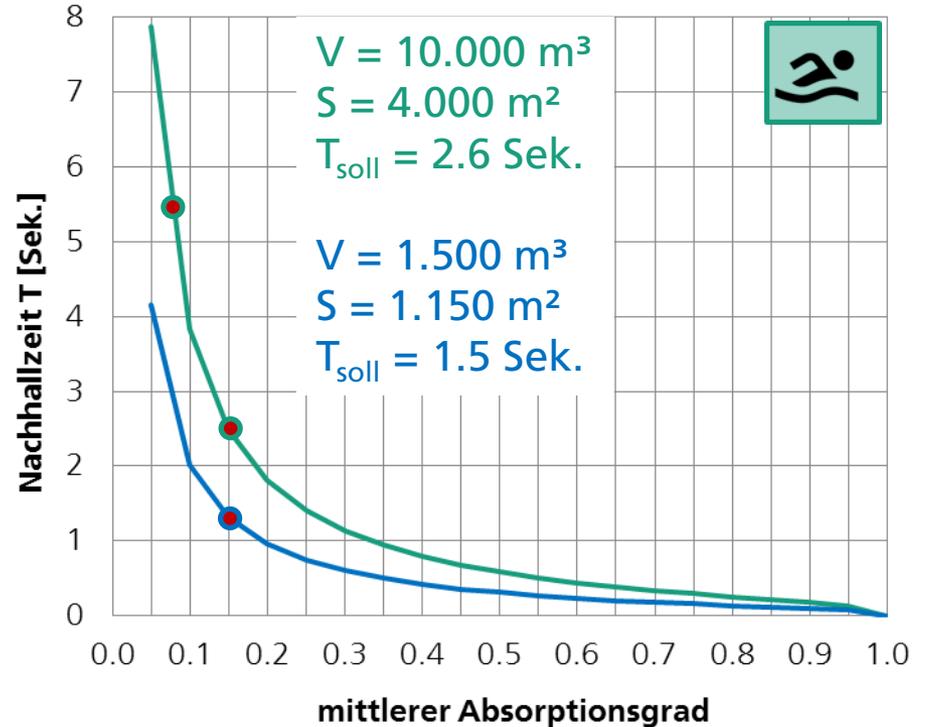
# Schwimmhallen – mittlerer Schallabsorptionsgrad

breitbandige Schallabsorption

$$T_{60} = 0.16 \frac{V}{-\ln(1 - \bar{\alpha}) S}$$

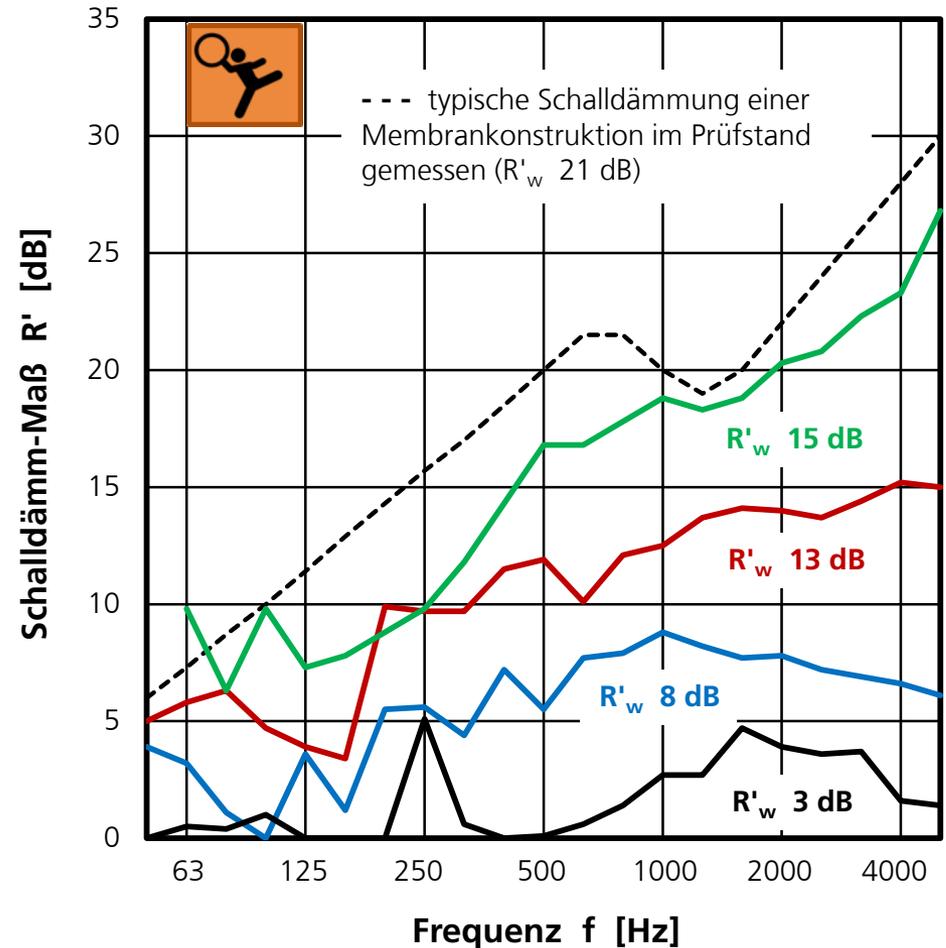
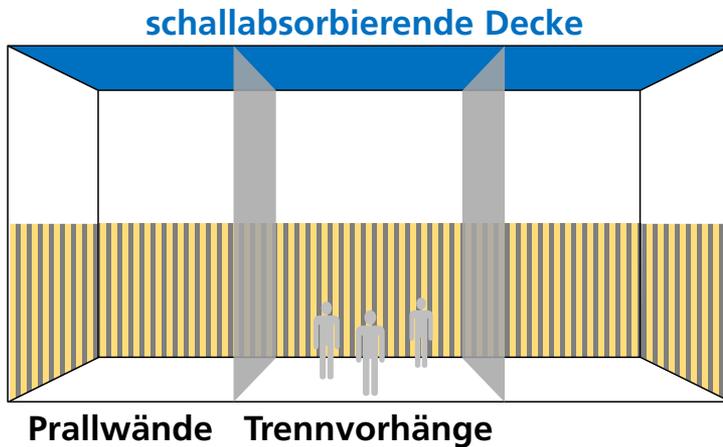
Sport 1:  
 $\bar{\alpha} \approx 0.15$

Sport 2:  
 $\bar{\alpha} \approx 0.18$



# Schallschutz von Trennvorhängen

Anforderung  
Schalldämm-Maß,  $R'_w \geq 18$  dB  
(DIN 18032)



# Fazit der Messungen

- ohne Gerätenutzung → hohe Summenschallpegel
- Gummiball → breitbandige „Prallgeräusche“
- hohes Hintergrundgeräusch → höhere Schallpegel
  
- Sport- und Schwimmhallen → oft zu lange Nachhallzeiten
- Raumdämpfung → reduziert die Pegellast (statische Betrachtung)
- Trennvorhänge → breitbandig schallabsorbierend
  
- Trennvorhänge → „undichte“ Realität
- Körperschallausbreitung → reduziert die Wirkung von Trennvorhängen
- Sportböden → Körperschallausbreitung, Schallabstrahlung

# Akustische Leitlinien

## Resümee

- Schul- und Vereinssport sind die **wesentlichen Nutzungen** in Sport- und Schwimmhallen und haben höchste Priorität. Der »Konzertsaal Sporthalle« wird qualitativ an Grenzen stoßen.
- Die akustische **Unzufriedenheit und Belastung** der Sportlehrkräfte ist groß
- Integrale und partizipative **Planung** erweist sich als großer Vorteil. Das **Zusammenspiel** der baulichen und technischen mit den organisatorischen und didaktischen Maßnahmen versprechen den besten Erfolg.
- Wenn **Standards** klarer und verbindlicher werden, lassen sich höhere Anforderungen umsetzen. An einigen Stellen besteht auch noch Informations-, Entwicklungs- und Forschungsbedarf.
- Gute Akustik ist **nicht kostenlos**, aber **wertvoll**. Es liegt an uns, dafür zu sorgen.

# Herzlichen Dank, und ...

# ... bleiben Sie dran.



<http://www.ibp.fraunhofer.de/de/Kompetenzen/akustik/Projekte/sport-und-schwimmhallen.html>