

## Druckkammer DK



Anleitung  
Version02/08

**INHALTSVERZEICHNIS**

1. Einleitung.....	3
2. Funktionsprinzip .....	3
3. Aufbau der Druckkammer .....	4
4. Montageanleitung .....	4
5. Kalibrierung .....	5
6. Anwendung in der bauakustischen Messpraxis .....	6
7. Software .....	9

Bereits 1956 hat man nach einem vereinfachten Verfahren zur Bestimmung des Trittschallschutzmaßes von Massivdecken durch Körperschallmessungen gesucht.

K. Gösele und K. Gießelmann haben damals die so genannte Druckkammer entwickelt. Nachdem zu jener Zeit nur einige Geräte gefertigt wurden, und heute nur noch wenige funktionsfähig sind, haben wir zusammen mit Kurz und Fischer GmbH eine Neuauflage entwickelt und hergestellt [4].

Im Folgenden Handbuch wird die neue Druckkammer beschrieben.

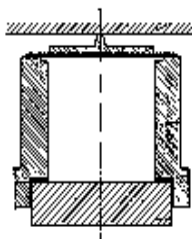
## 1. Einleitung

Bei Bauakustikmessungen sind neben der Bestimmung der Luftschalldämmung und des Trittschallpegels häufig auch die Kenntnis der Körperschallschwingungen auf den Bauteilen sinnvoll bzw. erforderlich, um z. B. im Rahmen der Ursachenforschung einen näheren Einblick in die Schallübertragungswege zu erhalten. Solche Körperschallmessungen zur Bestimmung der Biegeschwingungsamplituden erfolgen i. d. R. mit piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmern. Die mechanische Ankopplung dieser Aufnehmer auf die zu untersuchenden Bauteile bereiten teilweise Schwierigkeiten und können nur mit erheblichem Zeitaufwand angebracht werden (siehe z. B. auch DIN ISO 5348:19999-07 [1]).

Alternativ dazu wird ein einfaches Körperschallmessgerät ("Druckkammer") vorgestellt, das als Vorsatz vor übliche  $\frac{1}{2}$ "-Mikrofone von Schallpegelmessgeräten angebracht werden kann und gegen das schwingende Bauteil gedrückt wird. Aufgezeigt wird der prinzipielle Aufbau dieser "Druckkammer" sowie anhand von Beispielen die Einsatzmöglichkeiten bei bauakustischen Messungen.

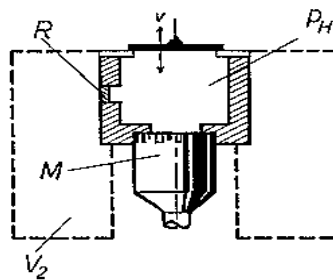
## 2. Funktionsprinzip

Bereits 1956 wurde von Prof. Gösele eine Druckkammer beschrieben, die dicht vor ein Kondensatormikrofon gesetzt wird. Die Druckkammer wurde dabei von einer auf einer Gummimembran elastisch gelagerten Metallscheibe mit einer kleinen Tastspitze abgeschlossen, die gegen das schwingende Bauteil gedrückt wird; siehe dazu die nachfolgende Prinzipskizze aus [2]:



Der in der Druckkammer sich ausbildende Wechseldruck  $p$  ist proportional zum Schwingweg  $s$  des Bauteils. Dieser Aufbau hat den Nachteil, dass der in dem Hohlraum zwischen Gummimembran und Mikrofon hervorgerufene Schalldruck dem Schwingweg und nicht der für Körperschallmessungen zu erfassenden Schwingungsschnelle proportional ist. Um zu erreichen, dass der mit dem Mikrofon im Hohlraum der Druckkammer gemessene Wechseldruck  $p_H$  der Schwingungsschnelle des Bauteils (Gummimembran) proportional ist, wurde das Volumen der Druckkammer an eine Öff-

nung mit einem definierten Strömungswiderstand  $R$  angeschlossen. Dieser Aufbau der Druckkammer mit Strömungswiderstand  $R$  führt dazu, dass in einem breiten Frequenzbereich die Körperschallschnelle  $v$  und der mit dem Mikrofon erfasste Schalldruck im Hohlraum der Druckkammer proportional sind. Diese einfache Anordnung zur messtechnischen Erfassung der Schnelleschwingungen hat jedoch den Nachteil, dass die Druckkammer gegenüber störenden Geräuschen von außen empfindlich ist, so dass wegen dieser Luftschallempfindlichkeit die Druckkammer nur bei geringem Umgebungsgeräusch eingesetzt werden kann. Um dies zu umgehen wurde die Druckkammer mit einem zweiten Volumen  $V_2$  umschlossen, das mit dem Hohlraum der Druckkammer  $V_1$  nur über den Strömungswiderstand  $R$  verbunden ist; siehe dazu die nachfolgende Prinzipskizze aus [3]:



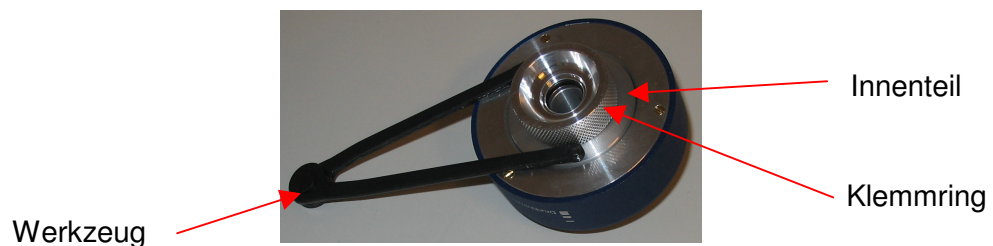
### 3. Aufbau der Druckkammer

Ein Taststift auf einer Metallscheibe wirkt über eine Membrane auf einen Hohlraum  $V_1$  und überträgt den Wechseldruck aus den Schwingungen des Bauteils in das Mikrofon. Der Hohlraum  $V_1$  ist über Überströmöffnungen an den Hohlraum  $V_2$  angeschlossen.

### 4. Montageanleitung

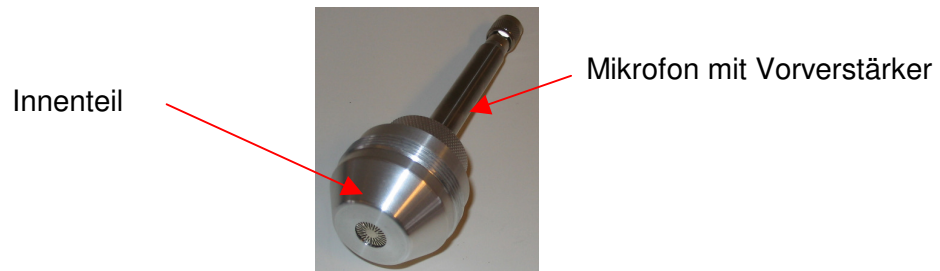
Um mit der Druckkammer arbeiten zu können, muss zunächst das  $\frac{1}{2}$ '' Mikrofon in die Druckkammer eingebaut werden.

Dazu kann man den Innenteil der Druckkammer mit dem mitgelieferten Werkzeug, herauszuschrauben.



Danach lösen Sie den Klemmring und stecken das Mikrofon **vorsichtig** in die  $\frac{1}{2}$ '' Öffnung bis zum Anschlag.

## Druckkammer DK



Jetzt können Sie den Innenteil wieder einschrauben und die Druckkammer mit dem Mikrofon verwenden.



Zur Messung halten Sie die Druckkammer mit **leichtem Druck** gegen das schwingende Bauteil, bis sich ein weitgehend konstanter Pegel einstellt. Der Pegelunterschied einer angedrückten und nicht angedrückten Druckkammer sollte  $> 10$  dB betragen, da sonst der Luftschalleinfluss über das Gehäuse maßgeblich wird und das Ergebnis verfälscht.

Aufgrund der Schallempfindlichkeit der Druckkammer sind daher Körperschallmessungen nur im Empfangsraum sinnvoll.

Bei den Auswertungen wird der Abstrahlgrad  $10 \times \log \sigma = 1$  dB angenommen. Dies trifft auf massive schwere Bauteile im allgemeinen zu. Auf biegeweichen Bauteilen muss der Abstrahlgrad bei der Bestimmung der Schalldämmung zusätzlich berücksichtigt werden.



## 5. Kalibrierung

Jede Druckkammer wird vom Hersteller nach dem hier beschriebenen Verfahren kalibriert und ein Kalibrierzertifikat beigefügt.

Die Druckkammer sollte je nach Gebrauchshäufigkeit alle 1-2 Jahre vom Hersteller überprüft werden.

Die Kalibrierung der Druckkammer erfolgt durch vergleichende Messungen mit einem piezoelektrischen Beschleunigungsaufnehmer mit nachgeschaltetem Ladungsverstärker (auf einwandfreie mechanische Ankopplung nach Entwurf DIN ISO 5348 [1] ist zu achten), der auf einem Schwingtisch oder auf einem entsprechendem Bauteil angebracht wird. Die Druckkammer wird entweder mit ihrer Tastspitze direkt an den Beschleunigungsaufnehmer, in unmittelbarer Nähe auf den Schwingtisch oder ggf. auf das Bauteil gedrückt. Aus dem Mittelwert mehrerer Messungen mit dieser Anordnung ergeben sich die in dem Kalibrierzertifikat angegebenen Druckkammer- Korrekturen  $C_{DK}$ .

Alternativ kann eine Überprüfung mit einem Kalibrator für Druckkammern erfolgen.

### **6. Anwendung in der bauakustischen Messpraxis**

Die "Druckkammer" ist ein einfacher Körperschallaufnehmer, der als Vorsatz auf alle Schallpegelmesser mit 1/2" Mikrofonen aufgesteckt werden kann und vorsichtig gegen das schwingende Bauteil gedrückt wird.

Mit der Druckkammer ist es möglich, ohne Beschädigung der Wand (z.B. Beschädigung der Tapeten durch Anbringen von herkömmlichen Beschleunigungsaufnehmern) mit einem normalen Schallpegelmesser direkt den benötigten Schnellepegel zu messen.

Anwendungsgebiete:

- Bestimmung der Direktdämmung von massiven Bauteilen
- Bestimmung des Flankendämmmaßes von massiven Bauteilen
- Bestimmung der Stoßstellendämmung an Knotenpunkten
- Klärung von Schallübertragungswegen zur Bestimmung von Ursachen
- Bestimmung der Luft- und Trittschalldämmung von Bauteilen durch Körperschallmessungen
- Lokalisierung von Schallbrücken
- Überprüfung der Körperschalldämmung von Sanitäreinrichtungen
- Adaptiermöglichkeit für 1'' Mikrofone
- Messung direkt auf der Tapete möglich

usw.

### Wichtige Hinweise:

- Druckkammer vorsichtig an massive Bauteile (Messstelle ggf. vorher abklopfen um Hohlstellen auszuschließen) andrücken
- Pegelunterschied bei aufgesetzter Druckkammer zwischen am Bauteil ange-drückten Zustand und nicht ange-drückten Zustand muss  $\geq 10$  dB betragen.
- Abstrahlgrad muss bei biegeweichen Bauteilen mitberücksichtigt werden (mas-sive Bauteile Annahme  $10 \cdot \lg \sigma = 1$  dB)
- Druckkammer regelmäßig kalibrieren
- Je Bauteil mindestens 3 – 5 Messstellen vorsehen (Messstelle vorab abklopfen um Fehlstellen auszuschließen)
- **Achtung: Kein Norm- Messverfahren**
- **Wegen der Luftschallempfindlichkeit der Druckkammer sollte diese mög-lichst empfangsraumseitig eingesetzt werden**

Nachfolgend ein kleiner Ausschnitt von Messwerten, die mit Hilfe der Druckkammer im Rahmen von bauakustischen Messungen ermittelt werden können:

### **Auswertung mit Oktav-/ Terzfrequenzen**

*Direktdämmung*

$$R_v(f) = L_S(f) - L_{DK}(f) + C_{DK}(f)$$

*Flankendämm- Maß*

$$R_{Lvi}(f) = L_S(f) - L_{DK,fl.i}(f) + C_{DK}(f) + 10 \cdot \lg \frac{S_{tr.}}{S_{fl.i}}$$

*Trittschallpegel durch Messung auf Bauteil*

$$L_{Ni}(f) = L_{DKi}(f) - C_{DK}(f) + 10 \cdot \lg \frac{S_i}{A_0}$$

mit  $10 \cdot \lg \sigma = 1$  für massive Bauteile

### Auswertung mit A-Pegel (Summenpegel)

#### Direktdämmung

$$R_{v,A} = L_{S,A} - L_{DK,A} + C_{DK,A} + 2dB$$

#### Flankendämm- Maß

$$R_{Lvi,A} = L_{S,A} - L_{DK,fl,i,A} + C_{DK,A} + 10 \cdot \lg \frac{S_{tr.}}{S_{fl,i}} + 2dB$$

#### Trittschallpegel durch Messung auf Bauteil

$$L_{Ni,A} = L_{DKi,A} - C_{DK,A} + 10 \cdot \lg S_i - 17dB$$

mit  $10 \cdot \lg \sigma = 1$  für massive Bauteile

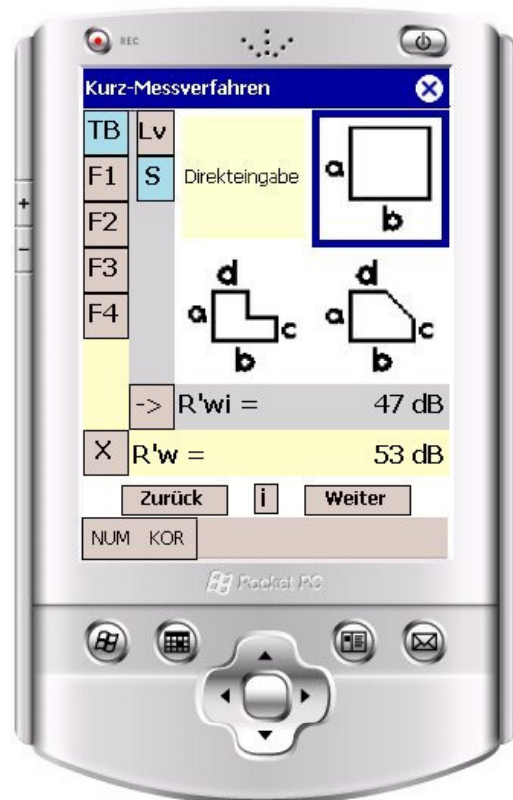
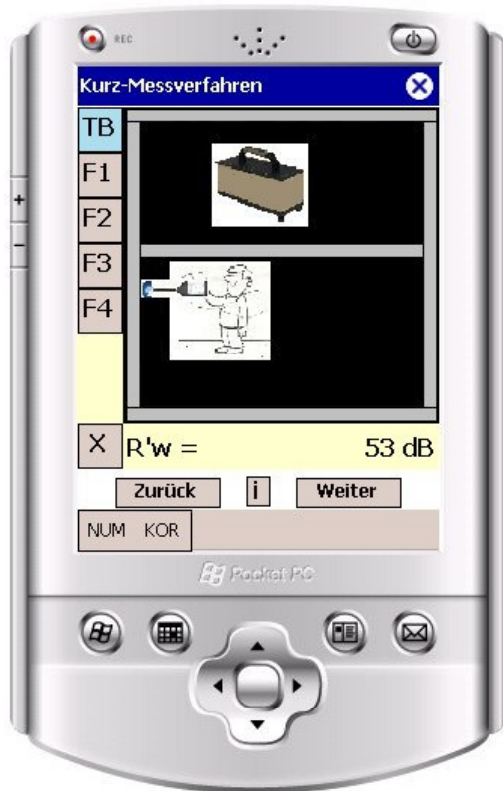
mit: LDK ... Schnellepegel auf Bauteil [dB]

$L_S$	Luftschallpegel Senderraum
$C_{DK}$ ...	Druckkammerkonstante gem. Prüfzeugnis [dB]
$S$ ...	Fläche Bauteil im Empfangsraum [m <sup>2</sup> ]
$S_{fl,i}$ ...	Fläche Flankenbauteil im Empfangsraum [m <sup>2</sup> ]
$\sigma$ ...	Abstrahlgrad [-]
$R_v$ ...	Direktdämmung Trennbauteil [dB]
$R_{Lvi,j}$ ...	Längsdämmmaß Bauteil [dB]
$LDK_{fl,i}$ ...	Schnellepegel auf Flankenbauteil [dB]
$S_{tr.}$ ...	Fläche Trennbauteil [m <sup>2</sup> ]
$L_{N,i}$ ...	Trittschallpegel durch Bauteil im Empfangsraum [dB]
$A_0$ ...	Bezugsfläche $A_0 = 10 \text{ m}^2$



## 7. Software

Die Stratschulte Messtechnik bietet zur Durchführung und Auswertung der Druckkammermessungen mit dem Kurzmessverfahren eine menügesteuerte Software für PC und PocketPC zum Einsatz und schnellem einfachen Auswerten auf der Baustelle an.



### **Literatur**

- [1] DIN ISO 5348:19999-07 "Mechanische Ankopplung von Beschleunigungsaufnehmern"
- [2] Gösele, K.: "Ein einfaches Körperschallmessgerät für bauakustische Zwecke", VDI-Berichte Bd. 8 (1956) "Schall und Schwingungen in Festkörpern" S. 161/162
- [3] Gösele, K. und Gießelmann, K.: "Vereinfachte Bestimmung des Trittschallschutzmaßes von Massivdecken durch Körperschallmessungen", Fraunhofer-Gesellschaft, Institut für Bauphysik Stuttgart, Bericht BS 30/78
- [4] D. Groß, R. Kurz „Druckkammer-ein einfaches Körperschallmessgerät für Bauakustikmessungen“, Fortschritte der Akustik DAGA 2002 Oldenburg

Die Anleitung wurde im Rahmen unseres QM- Systems von verschiedenen Fachleuten geprüft. Dennoch können sich Fehler nie ganz ausschließen lassen. Sollten Sie Fehler entdecken, bitten wir Sie uns dies möglichst schnell mitzuteilen

Viel Erfolg !

Ihr Stratenschulte Messtechnik Team