

24  
A7

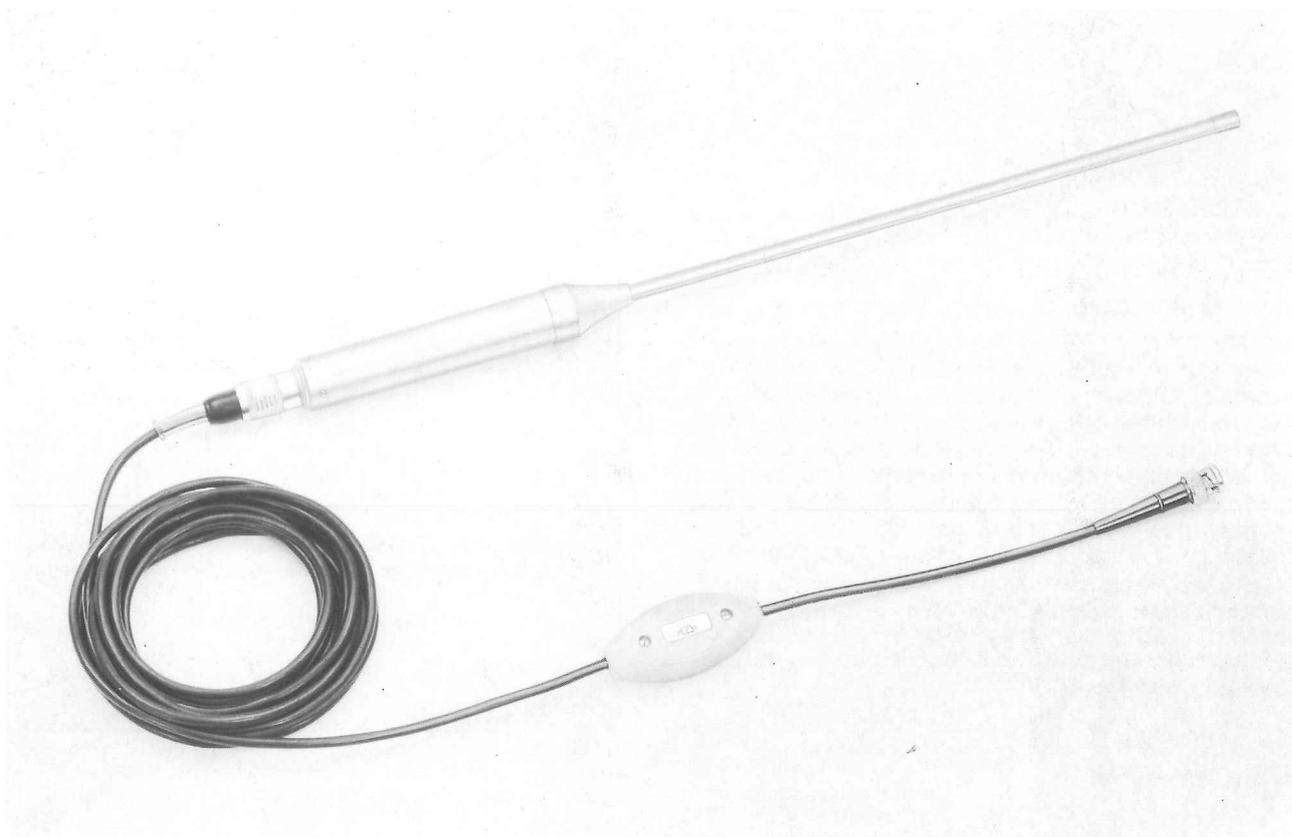


Abb. 1: Meßmikrofon 03540.00 + Anschlußkabel 03541.00.

## 1. ZWECK UND CHARAKTERISTISCHE EIGENSCHAFTEN

Mit dem Meßmikrofon 03540.00 + Anschlußkabel 03541.00 (Abb. 1) können — in Verbindung mit einem geeigneten Spannungsverstärker — Schallfelder annähernd punktförmig ausgemessen werden. Das Schallfeld am Meßort bleibt hierbei weitgehend unverändert, da in den zu untersuchenden Feldraum lediglich das 30 cm lange und nur 8 mm dicke Sondenrohr des Meßmikrofons eingebracht wird. Dies ist für die Messungen von entscheidender Bedeutung.

Der Frequenzgang ist von 50 Hz bis 15 kHz, also praktisch im gesamten Hörbereich, nahezu linear. Die Meßmöglichkeit geht sogar erheblich über diesen Frequenzbereich hinaus; so kann beispielsweise noch gut im nahen Ultraschallbereich bis zu einer Frequenz von etwa 25 kHz gearbeitet werden.

Jedem Mikrofon liegt eine für das betreffende Exemplar auf einem Pegelschreiber aufgenommene Kalibrierkurve (vgl. Abb. 3) bei, aus der — in Abhängigkeit von der je-

weiligen Frequenz des Schallfeldes — die Mikrofonempfindlichkeit  $e$  in  $mV/\mu\text{bar}$  zu entnehmen ist. Diese Kurve ermöglicht es, in Verbindung mit einem geeigneten Meßverstärker (z.B. dem NF-Verstärker 11741.93) Absolutmessungen des Schallwechseldruckes (kurz: Schalldruckes) bzw. des Schalldruckpegels durchzuführen, s. Abschn. 4.

Das Meßmikrofon kann in vielfältiger Weise zur Untersuchung akustischer Erscheinungen und Größen eingesetzt werden.

Als Beispiele seien genannt:

- Intensitätsverteilung in Schallfeldern (Beugungs- und Interferenzerscheinungen, Felder in Rohren und anderen Hohlkörpern usw.),
- Schallreflexion und -absorption,
- physiologische Hörkurven,
- Schall- und Lautstärkepegel,
- Frequenzgang von Schallgebern (z.B. Lautsprechern),
- Schallgeschwindigkeit.

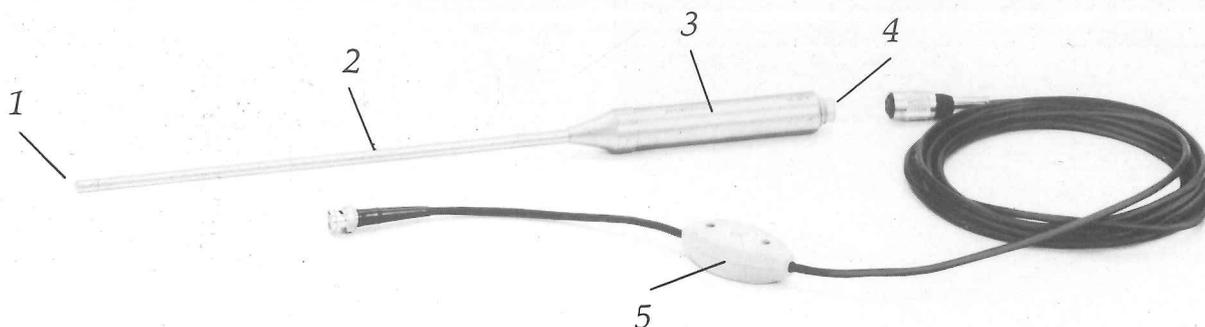


Abb. 2: Meßmikrofon + Anschlußkabel 03541.00; Bedeutung der beziferten Funktionselemente siehe Text.

## 2. BESCHREIBUNG

Das Meßmikrofon (Abb. 2) ist mit einem hochwertigen dynamischen Mikrofonsystem (Tauchspulmikrofon) ausgerüstet, das im Mikrofonskörper 3 untergebracht ist. Der am Meßort, d.h. in der Einsprechöffnung 1 herrschende Schallwechseldruck  $p$  wirkt über ein 30 cm langes, akustisch angepaßtes Sondenrohr 2 auf das Mikrofonsystem. Die dem Schalldruck  $p$  proportionale Ausgangswchselspannung  $U_M$  des Mikrofons liegt an Buchse 4. Das auf diese Buchse aufzuschraubende Kabel 03541.00 enthält einen Schnurübertrager 5, der die vom Mikrofonsystem abgegebene Spannung  $U_M$  im Verhältnis 1:20 erhöht. Zum Anschluß an den Eingang des Meßverstärkers ist das Kabel mit einem BNC-Stecker versehen.

## 3. HANDHABUNG

Das Meßmikrofon wird zweckmäßig am Mikrofonskörper 3 in eine Universalklemme 37715.00 eingespannt und diese — den Versuchsanforderungen entsprechend — so an einem Stativ gehalten, daß sich die Einsprechöffnung 1 am gewünschten Meßort befindet. Auf die Buchse 4 des Meßmikrofons wird das Kabel 03541.00 geschraubt und mit seinem BNC-Stecker an den Eingang des NF-Verstärkers 11741.93 gelegt.

Zur Anzeige der Meßspannung wird an einen der Ausgänge des NF-Verstärkers ein Wechselspannungsmesser angeschlossen, z.B. das Demonstrations-Vielfachmeßinstrument 11000.11.

In manchen Fällen ist es vorteilhaft, zur Anzeige der (verstärkten) Mikrofonwechselspannung an den NF-Verstärker ein Oszilloskop anzuschließen; seltener wird der Schallwechseldruck so hoch sein, daß das Oszilloskop direkt an den Schnurübertragerausgang (BNC-Buchse des Kabels 03541.00) gelegt werden kann.

### Hinweise:

Das Meßmikrofon darf nicht in Räume, in denen Unterdruck herrscht, eingeführt sein, da sonst die Membrane Schaden nehmen kann.

Der Schnurübertragerausgang des Meßmikrofons sollte nicht in Stromkreise geschaltet werden, in denen eine Gleichspannung liegt.

## 4. ABSOLUTMESSUNG VON SCHALLDRUCK UND SCHALLDRUCKPEGEL

Für diese Messungen wird der NF-Verstärker 11741.93 benutzt, dessen Bedienungsanleitung zu beachten ist.

### 4.1 Schalldruck

Der Effektivwert  $p$  des Schallwechseldruckes ist dem Effektivwert  $U_M$  der Mikrofonwechselspannung proportional. Es gilt:

$$p = \frac{U_M}{e} \quad (1)$$

Hierbei ist  $e$  die Mikrofonempfindlichkeit, die der Kalibrierkurve (Abb. 3) in  $\text{mV}/\mu\text{bar}$  entnommen werden kann. Zur Umrechnung in SI-Einheiten dient die Beziehung:

$$1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa} = 10 \mu\text{bar} \quad (2)$$

Gemessen wird die am Ausgang des NF-Verstärkers liegende Spannung  $U_A$ . Ist  $A$  der am Verstärker eingestellte Verstärkungsgrad, so ergibt sich — unter Berücksichtigung des Übertragungsfaktors  $\ddot{u} = 20$  des Schnurübertragers:

$$U_M = \frac{U_A}{A \cdot \ddot{u}} \quad (3)$$

Eingesetzt in Gl. (1) ergibt dies:

$$p = \frac{U_A}{e \cdot A \cdot \ddot{u}} \quad (4)$$

Zur Bestimmung der Empfindlichkeit  $e$  entnimmt man der Kalibrierkurve des Meßmikrofons als Ordinatenendifferenz  $\Delta y$  das logarithmierte Verhältnis der für eine Frequenz  $f$  gültigen Empfindlichkeit  $e$  zu einer Bezugsempfindlichkeit  $e^* = 0,1 \text{ mV}/\mu\text{bar}$ , und zwar in dB:

$$\Delta y = 20 \cdot \lg \frac{e}{e^*} \quad (5)$$

oder

$$\lg \frac{e}{e^*} = \frac{\Delta y}{20} \quad (6)$$

Hierbei gilt der im Feld links vom Diagramm angekreuzte Ordinatenmaßstab (in Abb. 3: 0...50 dB). Der Ordinatenwert für  $e^*$  ist im Diagramm durch die Spitze eines Pfeiles gekennzeichnet.

### Beispiel:

Für die Frequenz  $f = 1000 \text{ Hz}$  entnimmt man dem Diagramm:

$$\Delta y = -8 \text{ dB}.$$

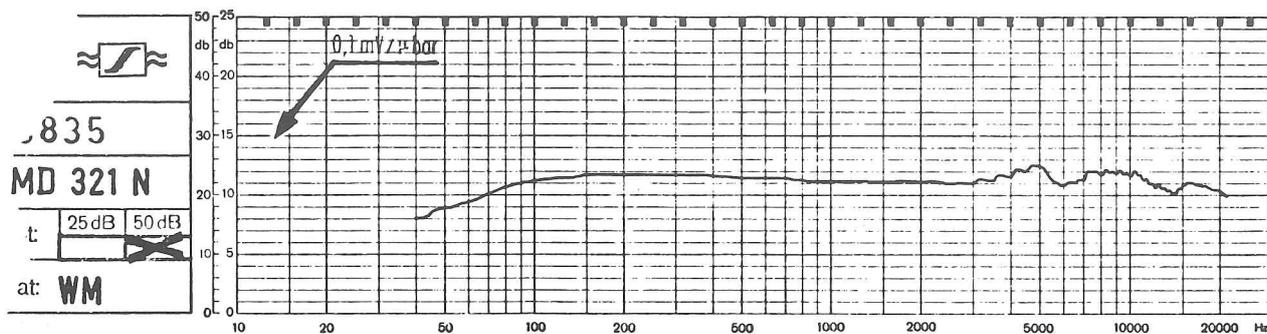


Abb. 3: Beispiel für eine dem Meßmikrofon beiliegende Kalibrierkurve.

Daraus ergibt sich:

$$\lg \frac{e}{e^*} = -\frac{8}{20} = -1 + 0,6;$$

daraus folgt:

$$\frac{e}{e^*} = 0,398 \approx 0,4.$$

Mit  $e^* = 0,1 \text{ mV}/\mu\text{bar}$  erhält man schließlich für die Empfindlichkeit  $e$  des Mikrofonexemplars bei  $f = 1000 \text{ Hz}$ :

$$e = 0,04 \text{ mV}/\mu\text{bar}.$$

Wird beispielsweise am Meßverstärkerausgang — bei einem Verstärkungsgrad  $A = 10^4$  — eine Spannung  $U_A = 8 \text{ V}$  gemessen, so ergibt sich aus Gl. (4) für den Schalldruck

$$p = \frac{8000 \text{ mV}}{20 \cdot 10^4 \cdot 0,04 \text{ mV}/\mu\text{bar}};$$

das heißt:

$$p = 1 \mu\text{bar} = 10^{-1} \text{ Pa}.$$

#### 4.2 Schalldruckpegel

Der Schalldruckpegel  $L_p$  ist definiert durch:

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p}{p_0} \text{ dB}, \quad (7)$$

wobei als Bezugsschalldruck gewählt ist:

$$p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} = 2 \cdot 10^{-4} \mu\text{bar}. \quad (8)$$

(Der Schalldruck  $p_0$  entspricht einer eben noch wahrnehmbaren Schallempfindung bei 1000 Hz).

Für den Schalldruck  $p = 1 \mu\text{bar}$  des Beispiels in 4.1 ergibt sich aus Gl. (7):

$$L_p = 20 \cdot \lg \frac{1}{2 \cdot 10^{-4}} = 20 \cdot \lg (5 \cdot 10^3);$$

$$L_p = 20 \cdot (3 + \lg 5)$$

und daraus schließlich mit  $\lg 5 \approx 0,7$ :

$$L_p = 74 \text{ dB}.$$

#### 5. TECHNISCHE DATEN

##### Meßmikrofon 03540.00

System	dynamisches Mikrofonensystem (Tauchspulmikrofon)
Übertragungsbereich	50...15000 Hz
Frequenzgang	nahezu linear
Elektrische Impedanz	
bei 1000 Hz	200 $\Omega$
Nennabschluß	$\geq 200 \Omega$
Grenzschalldruck	
bei 400 Hz	3000 $\mu\text{bar}$
Magnetfeldstörfaktor	
bei 50 Hz	23 $\mu\text{V}/5 \mu\text{T}$
Sondendurchmesser	$d_a = 8 \text{ mm}$
Gesamtlänge	440 mm
Gewicht	300 g

##### Meßmikrofon-Anschlußkabel, BNC 03541.00

(nicht im Lieferumfang von 03540.00 enthalten)

Übertragungsfaktor	$\ddot{u} = 20$
Gesamtkabellänge	4,5 m
Kabeleingang	Schraubbuchse, passend für Meßmikrofon 03540.00
Kabelausgang	BNC-Stecker

#### 6. EXPERIMENTIERLITERATUR

PHYWE-Versuchseinheiten Physik

Schallwellen 1	16050.91
Schallwellen 2	16051.01
Schallwellen 3	16051.11
Schallwellen 4	16051.21
Dopplereffekt	16051.91

Physik in Demonstrationsversuchen,  
7.—10. Schuljahr, Ausgabe A/B  
Band: Akustik 01141.61

**PHYWE**

**PHYWE AKTIENGESELLSCHAFT GÖTTINGEN/GERMANY**

Postfach 665 · Telefon (05 51) 604-1 · Telex 96 808 · Telegramm PHYWE Goettingen

0681