

# Daten und Fakten

## Akustischer Multifunktionskalibrator — Typ 4226

### ANWENDUNGEN:

- Kalibrieren und Prüfen von akustischen Meßsystemen mit 1/2"- und 1/4"-Mikrofonen sowie Geräten wie Schallpegelmesser, Schalldosimeter etc. nach DIN IEC 651 und ANSIS 1,4-1983
- Prüfen des Frequenzverhaltens von Filtern, Bewertungsnetzwerken usw.
- Freifeldsimulation für die meisten 1/2"-Mikrofone von Brüel & Kjær
- Invertierte A-Bewertung
- Pulse zum Überprüfen der Zeitbewertung und der Scheitelfaktorverträglichkeit
- In der Bundesrepublik Deutschland bauartgeprüft und von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) zur amtlichen Eichung zugelassen

### MERKMALE:

- Erfüllt IEC 942 1988 und ANSI S1.40-1984
- Weiter Frequenzbereich: Töne in Oktavschritten von 31,5Hz...16kHz sowie Pulston bei 12,5kHz
- Kalibrierpegel 94 dB, 104 dB und 114 dB

21.5

91.01

PTB-Zulassungs-Nr.

Der Multifunktionskalibrator überprüft die Funktion von Mikrofonen, Schallpegelmessern und entsprechenden Geräten. Er erzeugt genaue und stabile Töne mit Frequenzen von 31,5Hz...16kHz in Oktavschritten sowie einen Pulston bei 12,5kHz.

Das Signal steht akustisch im mitgelieferten Kuppler für 1/2"- oder 1/4"-Mikrofone und elektrisch zur Verfügung. Der Kalibrator kann ein konstantes Freifeld simulieren und bietet eine sehr genaue invertierte A-Bewertung.

Es muß lediglich geprüft werden, daß die angezeigten und nominellen Werte innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegen. Mit einem externen Generator sind auch kontinuierliche Frequenzdurchstimmungen möglich.

4226 an. Der Kalibrator erlaubt die gründliche Überprüfung, wenn auf die Gültigkeit einer Messung besonderer Wert gelegt wird.

### Arbeitsprinzip

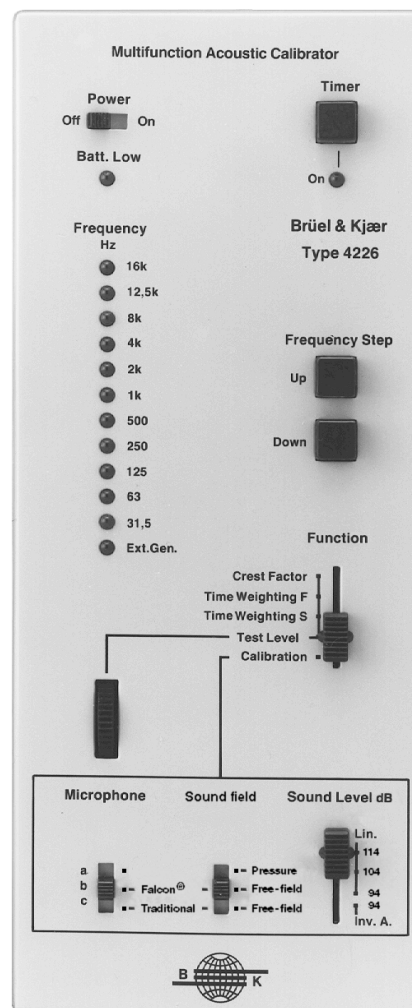
Abb.2 zeigt das Blockdiagramm des 4226. Der Sinusgenerator ist quarzstabilisiert. Sein Signal gelangt über einen variablen Verstärker zu den Wandlern im akustischen Kuppler. Im Kuppler befindet sich symmetrisch zum Mikrofon, das kalibriert werden soll, ein Bezugsmikrofon. Beide werden dem gleichen Schalldruck ausgesetzt. Das Bezugsmikrofon liefert das Regelsignal für einen Regelkreis, mit dem die Verstärkung reguliert wird.

Diese Methode verbindet eine Reihe von Vorteilen: Man erhält einen sehr genauen und stabilen Schallpegel über einen weiten Frequenzbereich; der Schallpegel hängt nur von dem sehr stabilen und temperaturunabhängigen Bezugsmikrofon ab; der erzeugte Schallpegel ist nahezu unabhängig vom atmosphärischen Druck; es wird angezeigt, wenn sich der korrekte Schalldruck eingestellt hat.

Unabhängig vom Mikrontyp wird im Kuppler immer das Druckverhalten bestimmt. Das Hauptinteresse für Schallpegelmesser ist jedoch das Freifeldverhalten. Für Brüel & Kjær-Mikrofone ist der Zusammenhang zwischen Freifeld- und Druckverhalten bekannt, und der

## Einführung

Die hohe Genauigkeit elektronischer Meßgeräte wie Schallpegelmesser bewirkt, daß Präzisionsmessungen möglich sind, nachdem die Funktion mit einem Ein-Ton-Kalibrator überprüft wurde. In vielen Fällen wird diese Prüfung nicht nur vor, sondern auch nach jeder Messung durchgeführt, um die Gültigkeit der Ergebnisse zu sichern. Von Zeit zu Zeit wird jedoch eine umfangreichere Überprüfung der Funktionen gewünscht. Für Mikrofone, Schallpegelmesser und andere akustische Meßgeräte bietet sich hierfür der Akustische Multifunktionskalibrator



940628/1

Kalibrator berücksichtigt entsprechende Korrekturen zum Schalldruck automatisch, wenn der Mikrofontyp eingestellt ist.

Daneben läßt sich ein externer Generator (z.B. für kontinuierliche Durchstimmungen) oder ein elektrisches Kalibriersignal (z.B. zur Prüfung von Filtern) anschließen.

### Übertragungsfaktor

Zum Kalibrieren des Übertragungsfaktors liefert der Kalibrator einen Schalldruck von  $94\text{dB} \pm 0,2\text{dB}$  re  $20\mu\text{Pa}$  bei 1 kHz. Die Genauigkeit bei anderen Kalibrierpegeln und Frequenzen ist in den technischen Daten nachzulesen.

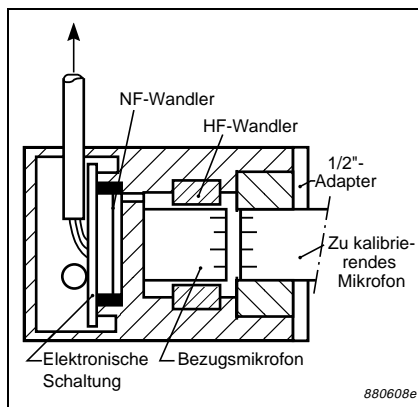


Abb.1 Querschnitt durch den akustischen Kuppler (vereinfacht)

### Frequenzgang

Der Kalibrator liefert stabile Töne in Oktavschritten im Frequenzbereich 31,5Hz...16kHz sowie einen zusätzlichen Ton bei 12,5kHz. Mit dem 12,5kHz-Ton wird die höchste Frequenz für Schallpegelmesser der Klasse 1 geprüft. Die genaue Frequenz der Töne entspricht ISO266.

### A-Bewertung

Mit der Einstellung „94dB invertiert A“ wird der Schalldruck im Kuppler mit folgenden frequenzabhängigen Korrekturen gewichtet: Mikrofontyp, Schallfeld, invertierte A-Bewertung. Bei korrekter A-Bewertung sollte das Gerät jetzt bei allen Frequenzen innerhalb der Toleranzen 94dB anzeigen.

**Hinweis:** Bei 31,5 Hz beträgt der tatsächliche Schallpegel im Kuppler 134dB.

### Eingangsteiler

Die drei Kalibrierpegel 94, 104 und 114dB kann der Kalibrator bei allen Frequenzen erzeugen. Hiermit läßt sich z.B. die Bereichseinstellung und die Funktion des 20dB-Eingangsteilers ZF0020 für Brüel & Kjær-Schallpegelmesser prüfen sowie der Kalibrierpegel für Pegelschreiber aufzeichnen.

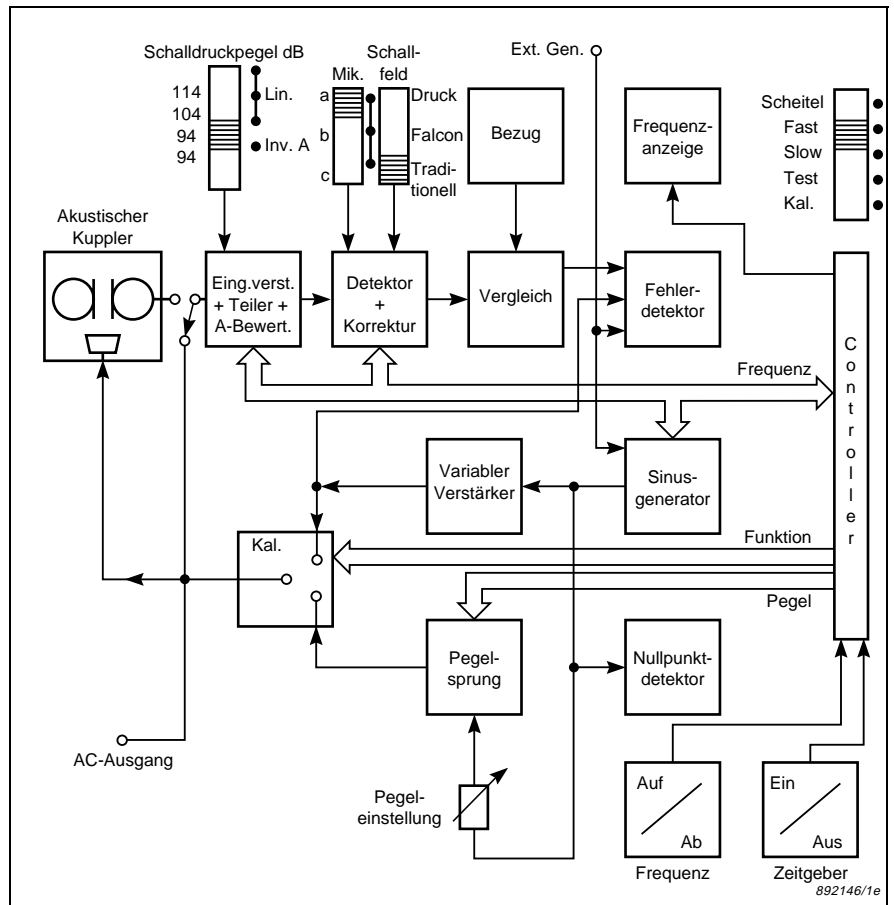


Abb.2 Vereinfachtes Blockdiagramm des Multifunktionskalibrators 4226

### Zeitbewertung

Bei dieser Prüfung wird die Anzeige für ein Dauersignal mit der für kurze Impulse des gleichen Pegels verglichen. Der Unterschied zwischen den Anzeigen hängt von der Zeitbewertung ab und ist in den Schallpegelmessernormen festgelegt. Nach DIN IEC 651 ist die Prüffrequenz 2kHz voreingestellt. Jedoch auch bei der Wahl einer anderen Frequenz sichert ein Nulldurchgangstor, daß der Puls aus einer ganzen Anzahl von Schwingungen besteht. Die Art des Signals hängt von der gewählten Zeitbewertung ab: F (Fast): ein 200ms-Impuls alle 2s, S (Slow): ein 500ms-Impuls alle 8s. Das Intervall zwischen den Impulsen sichert dem Detektor des zu prüfenden Meßgeräts die notwendige Abklingzeit.

Der Pegel des kontinuierlichen Signals läßt sich mit dem Potentiometer einstellen. Zwischen den Impulsen wird dieses Signal um 20dB gedämpft. Bei der Überprüfung der Zeitbewertung ist der Regelkreis außer Funktion, weil sein Zeitverhalten die Messung beeinflussen würde.

### Scheitelfaktorverträglichkeit

Das Signal zur Prüfung der Scheitelfaktorverträglichkeit besitzt denselben Effektivpegel wie das konstante Prüfsignal. Im akustischen Kuppler wird ein Scheitelfaktor von 3 er-

reicht, während das elektrische Signal einen Scheitelfaktor von 10 besitzt. Die Prüfung erfolgt durch Vergleich der Anzeige für das Scheitelfaktorprüfsignal mit der Anzeige für das konstante Prüfsignal. Innerhalb der Toleranzen sollten beide Anzeigen gleich sein.

Die Normen für Schallpegelmesser verlangen eine Scheitelfaktorverträglichkeit von 10 für Geräte der Klasse 0 und 1I. Zum Überprüfen wird das elektrische Ausgangssignal direkt an die Eingangsstufe des Schallpegelmessers gegeben. Diese Methode ist gültig, da die Scheitelfaktorverträglichkeit normalerweise vom Detektor und nicht vom Mikrofon begrenzt wird.

### Schalldosimeter

Zum Kalibrieren von Schalldosimetern besitzt der Kalibrator einen Zeitgeber, der in Verbindung mit einem der drei Prüfpegel benutzt wird. Die Uhr schaltet den Schallpegel im Kuppler automatisch nach 30s ab. Die Frequenzbewertung kann mit dem Invertiert-A-Signal zur Messung bei verschiedenen Frequenzen geprüft werden.

### Elektrischer Ausgang

Das hier anliegende Signal entspricht dem akustischen im Kuppler. Folglich entsprechen sämtliche mit

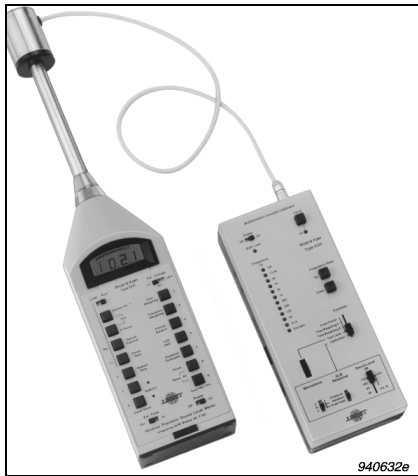


Abb.3 Prüfen und Kalibrieren eines Schallpegelmessers

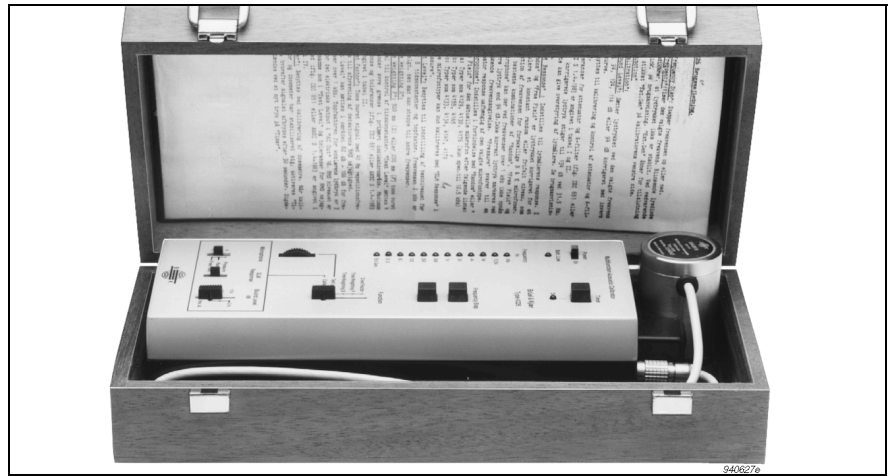


Abb.4 Multifunktionskalibrator im Mahagonikasten

diesem Signal ausführbaren elektrische Tests den oben beschriebenen akustischen Prüfungen. Der einzige Unterschied besteht im Scheitelfaktorprüfsignal, das den Scheitelfaktor 10 besitzt. Mit dem elektrischen Prüfsignal lassen sich z.B. Aufzeichnungsgeräte, Filter und andere akustische Geräte prüfen.

#### Externer Generator

Statt des internen Generators läßt sich ein externer Generator (0,5...1,5V) anschließen (siehe Abb. 2). Mit dem Regelkreis wird der

Schallpegel relativ zum invertierten Bezugsmikrofon-Frequenzgang konstant gehalten.

Die Korrekturen für Freifeld und Bezugsmikrofon sowie die invertierte A-Bewertung sind für die diskreten Frequenzen des internen Generators ausgelegt und lassen sich daher nicht in Verbindung mit einem externen Generator anwenden.

#### Allgemeines

Der 4226 ist ein Präzisions-Labogerät. Seine geringen Abmessungen und die Versorgung durch 4 Alkali-

batterien machen ihn für den Einsatz vor Ort geeignet (z.B. mit einem Schallpegelmessers oder einem umfangreichen Meßsystem in einer reflexionsarmen Meßkammer). Ein weiterer Vorteil: Zur Überprüfung von Brüel & Kjaer-Standardschallpegelmessern, Schalldosimetern, Mikrofonen, etc. werden keine besonderen Unterlagen oder Korrekturtafeln benötigt.

## Technische Daten 4226

<p><b>Kalibrieren</b>  <b>NOMINELLE SCHALLDRUCKPEGEL:</b>            94 dB, 104 dB und 114 dB  <b>BEZUGSSCHALLDRUCKPEGEL:</b>            (bei Bezugsbedingungen)            94 dB <math>\pm 0,2</math> dB re 20 <math>\mu</math>Pa, bei 1 kHz  <b>10 dB UND 20 dB PEGELSTUFEN:</b>  <math>\pm 0,1</math> dB für <math>f \leq 8</math> kHz; <math>\pm 0,2</math> dB für <math>f &gt; 8</math> kHz  <b>NOMINELLE FREQUENZEN:</b>            Von 31,5 Hz bis 16 kHz in Oktavschritten, plus 12,5 kHz  <b>FREQUENZGENAUIGKEIT:</b>  <math>\pm 1\%</math> der in ISO 266 angegebenen Frequenzen  <b>FREQUENZSTABILITÄT:</b>            Besser als <math>\pm 30</math> ppm  <b>BEZUGSBEDINGUNGEN:</b>  <b>Umgebungstemperatur:</b> 20°C  <b>Umgebungsdruck:</b> 1013 hPa  <b>UMWELTEINFLÜSSE:</b>            (bei Bezugsschalldruckpegel):  <b>Umgebungstemperatur:</b>  <math>+0,002</math> dB/°C im Bereich -10°C bis +50°C (max. Temperaturfehler <math>\pm 5^\circ\text{C}^*</math>)  <b>Umgebungsdruck:</b> <math>+0,00055</math> dB/hPa im Bereich 650 hPa bis 1080 hPa (max. Fehler <math>\pm 30</math> hPa*)</p>	<p>* Erfüllt damit IEC 942 Klasse 1  <b>Empfindlichkeit gegenüber Magnetfeldern:</b>            Kein nachweisbarer Effekt (<math>&lt;0,01</math> dB) bei 100 A/m  <b>FREQUENZGANG:</b>  <b>Druck:</b> Linear (94 dB, 104 dB und 114 dB) und invertierte A-Bewertung (94 dB bei 1 kHz)  <b>Äquivalent 0° Freifeld:</b>            Linear (94 dB, 104 dB und 114 dB) und invertierte A-Bewertung (94 dB bei 1 kHz)  <b>PEGELGENAUIGKEIT BEI FESTEN FREQUENZEN:</b> (Lin. und inv. A-Bewertung):  <b>Druck:</b> (re 1 kHz):            31,5 Hz bis 125 Hz : <math>\pm 0,15</math> dB            250 Hz bis 500 Hz : <math>\pm 0,10</math> dB            2 kHz bis 4 kHz : <math>\pm 0,15</math> dB            8 kHz : <math>\pm 0,25</math> dB            12,5 kHz bis 16 kHz : <math>\pm 0,5</math> dB  <b>Äquivalent 0° Freifeld:</b>            (re 1 kHz):            31,5 Hz bis 125 Hz : <math>\pm 0,2</math> dB            250 Hz bis 500 Hz : <math>\pm 0,10</math> dB            2 kHz : <math>\pm 0,2</math> dB            4 kHz : <math>\pm 0,3</math> dB            8 kHz : <math>\pm 0,5</math> dB            12,5 kHz : <math>\pm 1,0</math> dB</p>	<p>16 kHz : <math>\pm 1,5</math> dB  <b>GESAMTKLIRRFaktor:</b> <math>\leq 2\%</math>  <b>Zusätzliche Funktionen</b>  <b>ÜBERPRÜFEN DER ZEITBEWERTUNG:</b>  <b>Frequenz:</b> 2 kHz vorgewählt  <b>Prüfpegel:</b> Typisch 94 dB. Einstellbereich ca. <math>\pm 12</math> dB  <b>Signal:</b> Kontinuierlich und Tonimpulse  <b>Pegel zwischen Impulsen:</b>            Bezugspegel - 20 dB  <b>Impulsdauer:</b> 500 ms (S) und 200 ms (F)  <b>PRÜFEN DER SCHEITELFAKTORVERTRÄGLICHKEIT:</b>  <b>Frequenz:</b> 2 kHz vorgewählt  <b>Prüfpegel:</b> Typisch 94 dB. Einstellbereich ca. <math>\pm 12</math> dB  <b>Signal:</b> Kontinuierlich und Tonimpulse mit 40 Hz Wiederholungsrate. Scheitelfaktor 3 bei vorgewählter und höheren Frequenzen.  <b>Hinweis:</b> Alle Impulse bestehen aus einer ganzen Zahl von Sinuswellen, die bei Nulldurchgängen starten und enden</p>
--	--	---

# Technische Daten 4226 (Fortsetzung)

## KALIBRIEREN VON SCHALLDOSIMETERN:

Kalibrierdauer: 30 s  
Schalldosen bei 1 kHz:

Pegel dB	DIN IEC	ANSI
94	0,26% ±0,01%	0,18% ±0,01%
104	2,62% ±0,20%	0,73% ±0,03%
114	26,20% ±1,90%	2,90% ±0,12%

## ELEKTRISCHER AUSGANG:

**Ausgangsspannung:** 12,5 mV ±0,5 mV bei 94 dB, 1 kHz und Druck. Die Spannung ändert sich je nach dem gewählten Pegel, dem Mikrofontyp, Schallfeld und Funktion. Signale zum Prüfen der Zeitbewertung und der Scheitelfaktorverträglichkeit wie oben, jedoch mit Scheitelfaktor 10

**Hinweis:** Das akustische Signal wird unterbrochen, wenn an die Buchse „AC OUT“ ein Stecker angeschlossen wird

**Quellimpedanz:** 600 Ω, kurzschlußfest

**Frequenzgang:** ±0,2 dB von 31,5 Hz bis 16 kHz (Druck)

## EXTERNER GENERATOR:

**Eingangsspannung:** 0,5 V–1,5 V

**Eingangsimpedanz:** 47 kΩ

**Frequenzgang im Kuppler:**

31,5 Hz bis <8 kHz : ±0,15 dB

8 kHz bis <12,5 kHz : ±0,25 dB

12,5 kHz bis 16 kHz : ±0,50 dB

**Hinweis:** Diese Toleranzen beziehen sich auf den invertierten Frequenzgang des Bezugsmikrofons (siehe Handbuch). Mit externem Generator sind nur Linear- und Druckkorrekturen möglich

## Normen

Der 4226 erfüllt:

IEC 942 1988 Akustische Kalibratoren, Klasse 1 (bei Bezugsschalldruckpegel)

ANSI S1.40-1984, Technische Daten für akustische Kalibratoren

## Allgemeines

### STABILISIERZEIT:

Bei stabilisiertem Schalldruck leuchtet die Frequenzbereichs-LED kontinuierlich (typisch nach 2 bis 10 s)

### BATTERIEN:

**Typ:** 4 × 1,5 V Alkalizellen IEC LR6

**Lebensdauer:** ca. 10 Stunden bei 20°C

**Batterieprüfung:** „Batt. Low“ leuchtet auf, wenn die Batteriekapazität auf 10% abgesunken ist

## EFFEKTIVES KUPPLERVOLUMEN:

Ca. 400 cm<sup>3</sup> bei 31,5 Hz, abfallend auf ca.

30 cm<sup>3</sup> bei 1 kHz. Regelkreissteuerung

## TECHNISCHE DATEN GÜLTIG FÜR

## FOLGENDE BRÜEL & KJÆR-MIKROFONE:

Druck: Typ 4180

Äquivalent 0° Freifeld:

Mikrofone	Traditionelle Typen	Falcon®-Typen
“a”	4129, 4130, 4176	4187, 4188
“b”	4155, 4165	4189, 4190
“c”	4133, 4134, 4147, 4149	4191, 4192, 4193

Für andere Mikrofontypen siehe Handbuch

## Umgebung

Druck: 650 hPa bis 1080 hPa

## Abmessungen und Gewicht

(einschließlich Mahagonikasten):

**Länge:** 265 mm


**Breite:** 125 mm

**Höhe:** 62 mm

**Gewicht:** 1,5 kg

**Hinweis:** Alle Werte sind typisch bei 25°C, sofern keine Meßunsicherheit angegeben ist. Alle Toleranzwerte gelten für 2σ (d.h. erweiterte Unsicherheit bei einem Erfassungsfaktor von 2)

## NORMERFÜLLUNG:

	Das CE-Zeichen zeigt die Einhaltung der EMV-Richtlinie an.
<b>Sicherheit</b>	EN 61010-1 und IEC 1010-1: Sicherheitsanforderungen an elektrische Ausrüstungen für Messung, Steuerung und Laborbetrieb.
<b>EMV Störaussendung</b>	EN 50081-1: Fachgrundnorm Störaussendung. Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe. EN 50081-2: Fachgrundnorm Störaussendung. Teil 2: Industriebereich. CISPR 22: Funkstöreigenschaften von Geräten der Informationstechnologie. Grenzwerte der Klasse B. FCC-Regeln, Teil 15: Erfüllt Grenzwerte für Digitalgeräte der Klasse B
<b>EMV Störfestigkeit</b>	EN 50082-1: Fachgrundnorm Störfestigkeit. Teil 1: Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe. EN 50082-2: Fachgrundnorm Störfestigkeit. Teil 2: Industriebereich. <b>Hinweis 1:</b> Die angegebenen Kalibrierpegel weichen bei Exposition gegenüber HF nach EN 50082-2 (10 V/m-Feld) nicht mehr als 0,5 dB ab.
<b>Temperatur</b>	IEC 68-2-1 & IEC 68-2-2: Umweltprüfungen. Kälte und trockene Wärme. Betriebstemperatur: -10 bis +55°C Lagertemperatur: -25 bis +70°C
<b>Feuchte</b>	IEC 68-2-3: Feuchte Wärme: 90% rF (ohne Kondensation bei 30°C)
<b>Mechanisch</b>	Außer Betrieb: IEC 68-2-6: Schwingen, sinusförmig: 0,3 mm, 20 m/s <sup>2</sup> , 10–500 Hz IEC 68-2-27: Schocken: 1000 m/s <sup>2</sup> IEC 68-2-29: Dauerschocken: 3000 Schocks bei 250 m/s <sup>2</sup>
<b>Gehäuse</b>	IEC 529 (1989): Schutzarten durch Gehäuse: IP 20

## Bestell-Information

Typ 4226 Akustischer Multifunktionskalibrator  
**Im Lieferumfang enthalten:**  
UA 1231: 1/2"-Mikrofonadapter  
DP 0781: 1/4"-Mikrofonadapter  
2 × JP 0213: 2,5 mm Miniklinkenstecker  
4 × QB 0013: Alkalibatterien (IEC LR6)

## Lieferbares Zubehör

**DP 0682:** Adapter für 4003/4006 (16 mm)  
**DP 0750:** Adapter für 4004/4007 (12 mm)  
**AO 0481:** Kabel Miniklinke/BNC (1,2 m)

Brüel & Kjær behält sich das Recht vor, technische Daten und Zubehör ohne Ankündigung zu ändern