



# Kalibrierlösungen



## Kalibriersysteme Beschleunigungssensoren

Back-to-Back Referenzsensoren

## Akustische Kalibratoren

Druck-Kalibrator

## Kalibrierdienstleistung

Akkreditiert nach ISO 17025



 **THE MODAL SHOP**  
A PCB GROUP CO.



# **PCB SYNOTECH** GmbH

Ein Unternehmen der PCB Piezotronics, Inc.

## Themenübersicht

<b>Einleitung</b>	2
<b>Justieren, Eichen, Kalibrieren</b>	3
<b>Kalibrierlösungen für Beschleunigungssensoren</b>	4 – 6
<b>Kalibriersysteme im Vergleich</b>	7
<b>Kalibrierdienstleistungen</b>	8
<b>Kalibrierlösungen für Akustik</b>	9
<b>Kalibrierlösungen für Druckmessumformer</b>	10
<b>Zubehör</b>	11

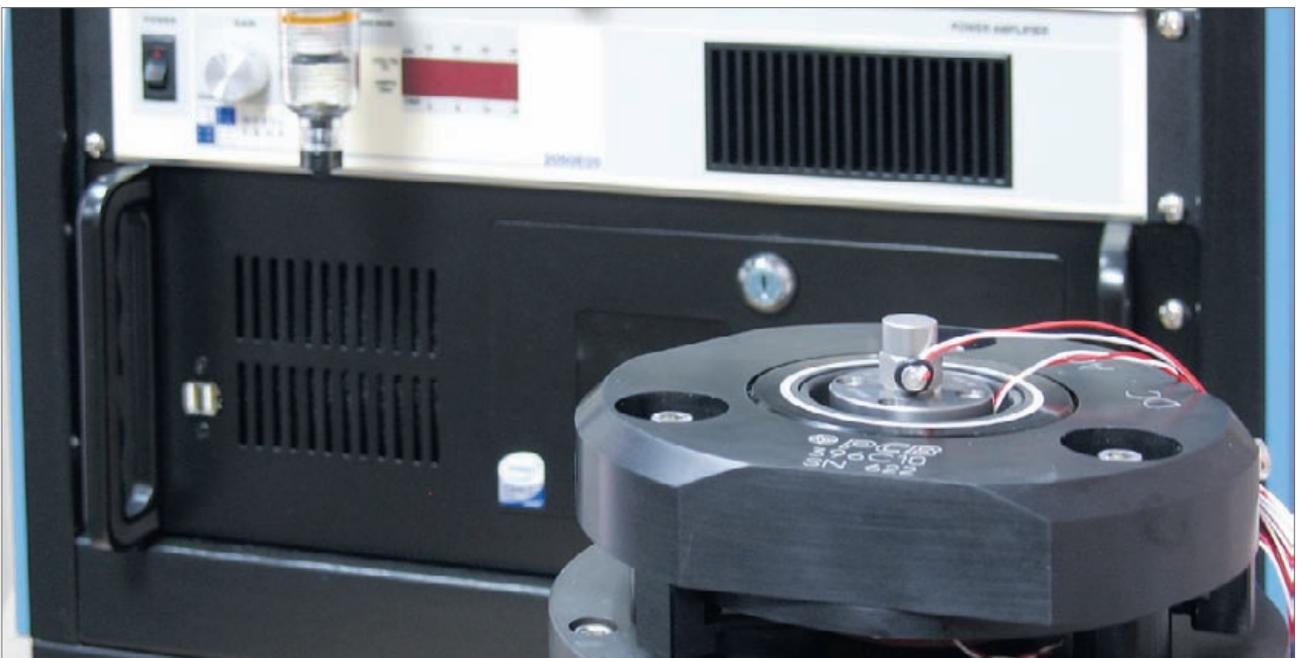
## Einleitung

Eine zuverlässige Größenmessung ist in unserer hochtechnisierten Welt von elementarer Bedeutung. Ungenaue und fehlerhafte Messungen können zu teuren wirtschaftlichen und unter Umständen zu rechtlichen Konsequenzen führen.

Fehlerfreies Messen ist die wichtigste Voraussetzung der Qualitätssicherung und setzt eine uneingeschränkte Präzision der Messgeräte voraus. Deren Funktionstüchtigkeit lässt sich durch eine sorgfältige Kalibrierung der Geräte sicherstellen und die ermittelte Messunsicherheit in den Folgeprozessen berücksichtigen.

Es gilt auch zu berücksichtigen, dass alle Sensoren und Messmittel im Laufe der Zeit einem Alterungsprozess, auch "Drift" genannt, unterliegen. Nur durch die regelmäßige Kalibrierung kann diese Entwicklung beobachtet und gegebenenfalls eingegriffen werden.

Die Kalibrierung erfolgt nach internationalen Standards. Dabei bilden die Normen ISO 16063 und die ISO 17025 die Basis für die Kalibrierung von Beschleunigungssensoren und gewährleisten somit die Rückführbarkeit auf nationale Normale.



## Justieren

Unter Justieren versteht man das exakte Einstellen bzw. Abgleichen eines Messmittels. Damit soll erreicht werden, dass der Messfehler möglichst klein bleibt und innerhalb der Gerätespezifikationen liegt.

Dies stellt einen nicht unerheblichen Eingriff in das Gerät dar und kann nur von erfahrenem und geschultem Personal vorgenommen werden.

## Eichen

Eichen ist die vom Gesetzgeber vorgeschriebene Prüfung eines Messgerätes auf Einhaltung der zugrundeliegenden eichrechtlichen Vorschriften, insbesondere der Eichfehlergrenzen nach dem Mess- und Eichgesetz. In Deutschland ist die Eichung nach dem Eichgesetz eine hoheitliche Aufgabe. Mit einem Eichzeichen wird die voraussichtliche Einhaltung für die Gültigkeitsdauer der Eichung bestätigt. Eichungen

werden in der Bundesrepublik Deutschland von den Landeseichämtern und staatlich anerkannten Prüfstellen unter fachlicher Aufsicht durch die Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB) durchgeführt. Eine Eichung ist eine gesetzlich vorgeschriebene und auf nationale Standards verweisende Kalibrierung mit einer entsprechenden Kennzeichnung des geeichten Objekts.

## Kalibrieren

Unter Kalibrierung versteht die Messtechnik den Vorgang zur zuverlässig reproduzierbaren Feststellung und Dokumentation der Abweichung. Dabei wird ein

Messmittel unter kontrollierten Bedingungen mit einem Normal verglichen und die Abweichungen dokumentiert.

## Gibt es eine Kalibrierpflicht?

Grundsätzlich gibt es keine Kalibrierpflicht. Üblicherweise geben Hersteller Empfehlungen für Kalibrierintervalle. Hier müssen die Anwender Risiken und Kosten gegenüberstellen und eigenverantwortlich abwägen, wie häufig eine Kalibrierung durchzuführen ist. PCB® empfiehlt, die Sensoren einmal pro Jahr zu kalibrieren.

Sind Sensoren und Messgeräte täglich im Einsatz oder unterliegen extremen Anforderungen in der Applikation, sind kürzere Kalibrierintervalle empfehlenswert. In einigen Fällen werden die Messmittel vor und nach jedem Einsatz kalibriert, um eventuelle Veränderungen des Sensors während seines Einsatzes festzustellen.

Folgende ISO-Qualitätsvorschriften werden berücksichtigt:

- ISO 9000 ff
- ISO 9001:2000
- ISO /TS 16949
- ISO 17025:2008-08
- ISO 16063-21-2003

Im Einzelfall sind interne Unternehmensrichtlinien maßgeblich und zu berücksichtigen.



## Kalibrierlösungen für Beschleunigungssensoren

The Modalshop (TMS) – ein Unternehmen der PCB Piezotronic, Inc. – bietet für die Kalibrierung von Sensoren Systeme und umfangreiches Zubehör. Neben kompletten Kalibriersystemen für Mikrofone, Impulshämmer und piezoelektrische Drucksensoren stehen eine Reihe von Kalibrierlösungen für Beschleunigungssensoren zur Verfügung, die im Folgenden vorgestellt werden.



### TMS-9110D

Als Einstiegsgerät zur Kalibrierung von Beschleunigungssensoren bietet TMS den portablen Kalibrator **Modell TMS-9110D** an. Dieses Gerät ist ein ideales Werkzeug zur manuellen Überprüfung und Kalibrierung von Beschleunigungs-, Schwinggeschwindigkeits- und Wegsensoren.

Eingebaut in einem robusten Koffer kann das kompakte, akkubetriebene System nicht nur in der Werkstatt oder im Labor eingesetzt werden, sondern auch im Feld. Die zu prüfenden Sensoren werden direkt über die interne ICP®/IEPE-Speisung des **TMS-9110D** versorgt. Gerade im Feldeinsatz eine komfortable und wichtige Funktion, da kein zusätzliches Equipment mitgenommen werden muss. Auch Ladungssensoren können unter Verwendung von Inline-Ladungsverstärkern geprüft werden. Am Gerät lassen sich die Frequenz im Bereich von 20 ... 10.000 Hz und die Schwingamplitude einstellen. Ein im Schwingerreger integrierter Beschleunigungssensor liefert im Betrieb kontinuierlich das Referenzsignal und dient gleichzeitig zur Regelung des Sollwertes. Das Gerät verfügt über einen internen Speicher, der bis zu 500 Datensätze im Kalibrator ablegt. Die Daten können per USB-Stick ausgelesen werden und lassen sich mit dem zum Lieferumfang gehörenden Software-Tool zu einem

Kalibrierzertifikat weiter verarbeiten. Das System erlaubt rückführbare Kalibrierungen nach ISO 16063-21.

#### Top-Features

- Kalibrierung von Beschleunigungs-, Schwinggeschwindigkeits- und Wegsensoren
- Kalibrierzertifikat entsprechend ISO 17025
- ICP®/IEPE-Sensorversorgung
- integrierter Referenzsensor
- Frequenz und Amplitude einstellbar



**Modell TMS-9110D**

### TMS-9210D

Das äußerlich baugleiche **Modell TMS-9210D** ist im Besonderen für die Kalibrierung von seismischen Sensoren im niederfrequenten Bereich ausgelegt und arbeitet im Frequenzbereich von 0,7 ... 2.000 Hz. Analog zum

**TMS-9110D** lassen sich mit dem **TMS-9210D** rückführbare Kalibrierungen auf nationale Normale durchführen und Kalibrierzertifikate entsprechend der ISO 17025 erzeugen.



## TMS-K9145D10

Das Kalibriersystem **Modell TMS-K9145D10** erfüllt noch höhere Kalibrier-Anforderungen. Auch hier wird auf den portablen Kalibrator TMS-9110D zurück gegriffen. Das portable Kalibriersystem ist mit einer präzisen Back-to-Back-Vergleichskalibrierung für Beschleunigungssensoren gemäß ISO 16063-21 ausgestattet. Es bietet mit seiner 24-bit USB-Messdatenerfassung eine portable und startbereite Kalibrierlösung für den Einsatz im Labor und unterwegs.

Das **Modell K9145D10** unterstützt eine Vielzahl piezoelektrischer Beschleunigungs- und Geschwindigkeitssensoren mit ICP®/IEPE-Technik und Ladungsausgang. Weitere übliche Beschleunigungssensoren, wie piezoresistive und kapazitive Modelle, können ebenfalls mit Hilfe geeigneter Versorgungsgeräte geprüft werden. Das System ermöglicht auf NIST und PTB rückführbare Kalibrierungen gemäß ISO 17025. Ein wesentlicher Bestandteil des Kalibriersystems **K9145D10** ist die Software für den Windows-PC. Sie stellt ein genaues und einfach einzusetzendes graphisches Benutzer-Interface bereit.

Zum Lieferumfang dieses Systems gehören der Kalibrator **TMS-9110D**, ein Laptop mit vorinstallierter Software sowie die Vor-Ort-Installation und eine Systemeinweisung. Das umfangreiche Zubehör besteht aus Montagewerkzeug inklusive Drehmomentschlüssel, diversen Messleitungen und einem kalibrierten Referenz-

renz-Beschleunigungssensor, der zur Überprüfung des Systems vor der ersten Kalibrierung dient.

### Top-Features

- Automatisiertes Kalibriersystem
- Kalibrierung von ICP®/IEPE-, Ladungs- und MEMS-Beschleunigungssensoren
- Rückführbare Kalibrierungen
- Kalibriersystem mit Kalibrierzertifikat gemäß ISO 17025
- Einstiegslösung zum Aufbau eines Kalibrierlabors



## TMS-9155

Steigen die Anforderungen im Bereich Kalibrierung und geringste Messunsicherheiten sind von großer Bedeutung oder eine Akkreditierung des eigenen Kalibrierlabors ist geplant, bietet The Modalshop das Kalibriersystem **TMS-9155** als High-End-Lösung an. Wird bereits das Kalibriersystem **K9145D10** eingesetzt, kann dieses ohne Weiteres in das System 9155 umgerüstet werden. Bis dahin gewonnene Kalibrierdaten bleiben unangetastet und stehen weiterhin lückenlos zur Verfügung. Zur Schwingungsanregung passt hervorragend der Air Bearing Shaker von TMS.

### Top-Features

- Kalibriersystem für das Labor
- Kalibrierung von ICP®/IEPE-, Ladungs- und MEMS-Beschleunigungssensoren
- Rückführbare Kalibrierungen
- Kalibriersystem akkreditierungsfähig gemäß ISO 17025
- Erweiterbar für zukünftige Anforderungen

			
	<b>9110D</b>	<b>9110-AutoCal</b>	<b>K9145D10</b>
<b>Übersicht</b>	<b>Manuell</b>	<b>Automatisiert</b>	<b>Automatisiert</b>
Frequenz einstellbar	✓	✓	✓
Amplitude einstellbar	✓	✓	✓
Prüfung BIAS-Spannung Sensor	-	✓	✓
Sweep automatisiert (Sinus)	-	✓	✓
Pass/Fail-Prüfung (Toleranz Sensor-Empfindlichkeit)	-	✓	✓
Prüfung Resonanz-Frequenz	-	-	✓
Kalibrierung Phasenlage	-	-	✓
Frequenzbereich	7 ... 10.000 Hz	20 ... 10.000 Hz	7 ... 10.000 Hz
Anzahl Stützpunkte	-	28	200
Upgrade- Fähigkeit	✓	-	✓
Kalibrier-Zeit je Achse	9 - 13 Minuten	8 - 10 Minuten	6 - 8 Minuten
Referenz-Frequenz einstellbar	-	✓	✓
Datenspeicherung	✓	✓	✓ (SQL-Datenbank)
Speicherung Testmethode/ Sensorspezifikationen	-	-	✓
Unterstützte Sensortypen	ICP®, Ladung, Spannung	ICP®, Ladung, MEMS	ICP®, Ladung, Spannung
<b>Messunsicherheiten</b>			
Schwingbeschleunigung (±3 %)	30 ... 2.000 Hz	30 ... 2.000 Hz	7 ... 2.000 Hz
Schwingbeschleunigung (±1 dB)	7 ... 10.000 Hz	20 ... 10.000 Hz	2.000 ... 10.000 Hz
Schwinggeschwindigkeit (±3 %)	30 ... 500 Hz	30 ... 500 Hz	-
Schwingweg (±3 %)	30 ... 150 Hz	30 ... 150 Hz	-
<b>Mitgeliefertes Zubehör</b>			
PC (Windows Notebook)	-	Optional	✓
Kalibriersoftware	-	✓	✓
Systemsprache(n)	Englisch	Deutsch, Englisch	Englisch
Shaker	✓	✓	✓
Messdatenerfassung	-	✓	✓
In-Line Ladungsverstärker	-	Optional	✓
Referenz-Beschleunigungssensor)	-	Optional	✓
Messkabel/Adapter	-	✓	✓
Dokumentation	✓	✓	✓
Werkzeug	-	-	✓
Transportkoffer	-	-	✓
<b>Sonstiges</b>			
Installation	-	✓	✓
Training	-	Optional	✓ <sup>1</sup>
Kalibrierung Induktiver Wegsensoren	✓	✓	✓

1) Die Kosten für Hotel und Anreise gehen zu Lasten des Auftraggebers.

# Kalibrierdienstleistungen

Das Kalibrierlabor der PCB Europe GmbH aus der PCB® Unternehmensgruppe in Hückelhoven ist seit dem Frühjahr 2016 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH (DAkkS) zugelassen und bietet in Übereinstimmung mit DIN EN ISO/IEC 17025:2005 für die Messgröße Beschleunigung im Frequenzbereich von 10 Hz ... 15 kHz die Kalibrierung von Beschleunigungssensoren an.

Das Leistungsangebot richtet sich nach der jeweils gültigen Liste der angebotenen Kalibrierleistungen im Back-to-Back-Verfahren nach DIN ISO 16063-21 von Vibrations- und Schwinggeschwindigkeitssensoren und beinhaltet einen Kalibrierschein nach ISO 17025, der die Rückführung auf nationale Normale dokumentiert. Daneben können auch Werkskalibrierungen durchgeführt werden. Die übliche Durchlaufzeit für diese Kalibrierungen beträgt etwa 3 Werktagen.

Das Labor von PCB Europe bietet darüber hinaus die Möglichkeit, Sensoren die Auffälligkeiten im Betrieb zeigen, zu testen. Im Rahmen des Screening werden Entladezeitkonstante und Resonanzfrequenz des Prüflings ermittelt, wichtige Parameter zur Beurteilung der vollen Funktionsfähigkeit eines Sensors.

Darüber hinaus können Werkskalibrierungen an Impulshämmern durchgeführt werden. Zusätzlich zu den in Deutschland angebotenen Kalibrierleistungen sind auch Kalibrierungen und Spezialkalibrierungen beim Sensorhersteller in den USA möglich. Die Kalibrierungen entsprechen A2LA und sind, gemäß ILAC-Abkommen, rückführbar auf die PTB.

## Das Spektrum der Kalibrierleistungen:

- Beschleunigungssensoren
- Mikrofone
- Schocksensoren
- Kraft- und Dehnungssensoren
- Drucksensoren
- Messverstärker
- Spezialkalibrierungen



Kalibrierzertifikat eines Beschleunigungssensors

Bei den batteriebetriebenen Präzisionskalibratoren von Larson Davis handelt es sich um kompakte Handgeräte, die zur Kalibrierung von Mikrofonen, Schallpegelmessern und weiteren Schallmessgeräten eingesetzt werden. Beide akustische Kalibratoren liefern einen stabilen, vom Batteriezustand unabhängigen Schalldruck und besitzen eine automatische Abschaltung.

Die Genauigkeit der Geräte ist auf eine Referenz kalibriert, die auf das National Institute of Standards and Technology (NIST) rückführbar ist.



### Akustischer Kalibrator Modell LD-CAL200

Das **Modell CAL200** liefert bei der Frequenz 1.000 Hz einen Ausgangspegel von 94,0 dB oder 114,0 dB (am Gerät einstellbar). Die Schallöffnung ist für die Aufnahme von 1/2-Zoll-Mikrofonen ausgelegt, Adapter für 1/4-Zoll-Mikrofone und andere Größen stehen im Zubehör zur Verfügung.

#### Top-Features

- Schallpegel 94 oder 114 dB
- Frequenz 1.000 Hz
- Schallöffnung für 1/2-Zoll-Mikrofon



Modell LD-CAL200

### Akustischer Kalibrator Modell LD-CAL250

Die Schallöffnung des **Modells CAL250** kann standardmäßig 1-Zoll-Mikrofone aufnehmen, optionale Adapter für Array-Mikrofone, 1/2-Zoll-Mikrofone und andere Durchmesser sind verfügbar. Der Kalibrator arbeitet mit einem Ausgangspegel von 114 dB, bei der Frequenz 251,2 Hz.

#### Top-Features

- Schallpegel 114 dB
- Frequenz 251,2 Hz
- Schallöffnung für 1-Zoll-Mikrofon



Modell LD-CAL250

## Kalibrierlösungen für Druckmessumformer

Neben PCB® repräsentiert PCB Synotech auch Produkte des Herstellers Setra Systems, Inc.. Das US Unternehmen mit Sitz nahe Boston wurde 1967 gegründet und ist führender Hersteller von Druckmessumformern basierend auf dem kapazitiven Messprinzip. Der Hersteller hat sich auf die Entwicklung und Herstellung von hochgenauen kapazitiven Sensoren spezialisiert, die weltweiten Einsatz in verschiedensten Bereichen wie Meteorologie, HLK, Medizintechnik, Energieerzeugung, Halbleiterindustrie, Mess-/Prüftechnik, finden.



### Hochpräzisionskalibrator für niedrige Differenz- und Relativdrücke

Mit dem Druckkalibrator **Modell MicroCal™** stellt Setra einen tragbaren Kalibrator vor, der es ermöglicht niedrigste Differenz- und Relativdrücke mit einer Genauigkeit von 0,05 Pa zu generieren. Das kompakte System arbeitet vollkommen unabhängig von Netz- oder Druckluftversorgungen und kann somit auch im Feld eingesetzt werden.

Kernstück dieses Kalibrators ist ein NASA-patentierter Druckgenerator mit zwei Druckkammern. Dieser erzeugt in kürzester Zeit ohne signifikante Überschwinger den gewünschten Differenzdruck. Im kleinsten angebotenen Bereich von  $\pm 50$  Pa wird eine Genauigkeit von 0,028 % erreicht. Die angebotenen Messbereiche lassen sich über modulare, mit wenigen Handgriffen zu wechselnde Referenzmodule in Bereichen von 50 ... 3500 Pa sowohl uni- als auch bidirektional wählen und beliebig nachrüsten. Die Bedienung des **MicroCal™** erfolgt komfortabel über einen eingebauten PC mit 7 Zoll Touchscreen. Die Software leitet den Benutzer schnell und sicher durch alle erforderlichen Eingaben wie Messbereiche und Genauigkeit des Prüflings, Anzahl

von Kalibrierpunkten oder gewünschte Einschwingzeiten. Die Messdaten werden abgespeichert und lassen sich als Kalibrierzertifikat ausdrucken.

#### Top-Features

- Modulare Druckreferenzen
- 7 Zoll Touchscreen
- Netzunabhängig
- NIST rückführbare Referenzen
- Kalibrierzertifikate mit PC-Software



### Werkskalibrierung von Differenz- und Relativdrucksensoren als Dienstleistung

PCB Synotech bietet eine Werkskalibrierung von Differenz- und Relativdrucksensoren beliebiger Hersteller an. Die Kalibrierungen werden im Haus mit dem Druckkalibrator **Modell Setra MicroCal™** durchgeführt. Optional kann auch eine Kalibrierung vor Ort angeboten und aus-

geführt werden, um die Drucksensoren nicht ausbauen zu müssen. Für jeden Sensor wird ein entsprechendes Kalibrierzertifikat ausgestellt – wahlweise mit 3, 5 oder 11 Stützpunkten. Der für die Kalibrierung zur Verfügung stehende Druckbereich liegt bei max.  $\pm 7500$  Pa.

<b>Modell TMS-K394B30/31 – Air-Bearing-Shaker zur Kalibrierung von Beschleunigungssensoren</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frequenzbereich 2 ... 20.000 Hz</li> <li>▪ Amplitude max. 8,5 g (Sinus)</li> <li>▪ Sensormasse max. 340 Gramm</li> <li>▪ Kalibrierung gemäß ISO 16063</li> </ul>
<b>Modell TMS-2129E25 – Long-Stroke-Shaker für niederfrequente Sensoranregung</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frequenzbereich 0,1 ... 10 Hz</li> <li>▪ Amplitude max. 255 mm</li> <li>▪ Sensormasse max. 2 kg</li> <li>▪ Kalibrierung gemäß ISO 16063</li> </ul>
<b>Modelle PCB-394C06 – Handheld-Shaker zur Funktionsprüfung von Beschleunigungssensoren</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Frequenz 159,2 Hz</li> <li>▪ Amplitude 1 g (RMS/Pk-Pk umschaltbar)</li> <li>▪ Batteriebetrieb</li> </ul>
<b>Modell PCB-301A11 – ICP®-Back-to-Back-Beschleunigungssensor</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messbereich 50 g</li> <li>▪ Empfindlichkeit 100 mV/g</li> <li>▪ Frequenzbereich: 0,5 ... 10.000 Hz</li> </ul>
<b>Modell PCB-353B04 – Hochstabiler Quarz-Beschleunigungssensor als Kalibrierreferenz</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Messbereich 500 g</li> <li>▪ Empfindlichkeit 10 mV/g</li> <li>▪ Frequenzbereich 1 ... 7.000 Hz</li> </ul>
<b>Serie PCB-422E – Inline-Ladungsverstärker</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ICP®-Ausgang</li> <li>▪ Unterschiedliche Eingangsempfindlichkeiten verfügbar</li> <li>▪ Unterschiedliche Übertragungsfaktoren verfügbar</li> </ul>
<b>Modell PCB-400B76 – Sensoradapter und Software zum Auslesen und Beschreiben von Sensoren mit TEDS</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Kommunikation über USB-Schnittstelle</li> <li>▪ Unterstützt Templates IEEE1451, P1451 und LMS</li> <li>▪ PC-Software</li> </ul>

## Messbar gut

Als spezialisiertes Vertriebsunternehmen für Sensor- und Messtechnik ist **PCB Synotech** seit 1992 ein Begriff.

Umfassendes Fachwissen, persönliche Beratung, Kompetenz und direkter Kundenkontakt sind die Säulen des Erfolges von **PCB Synotech**. Das Unternehmen hat sich der absoluten Kundenzufriedenheit verschrieben.

Dieser Anspruch wird von den Mitarbeitern täglich mit Leidenschaft und Konsequenz gelebt. Überzeugen Sie sich selbst! Die **PCB Synotech**-Mitarbeiter freuen sich darauf Sie zu beraten!

Weitere Informationen und Neuigkeiten zu unseren Produkten finden Sie jederzeit unter [www.synotech.de](http://www.synotech.de).



ANSPRECHPARTNER IN IHRER NÄHE



TECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG



BREITES PRODUKTSPEKTRUM



EXPRESS-VERSAND



KALIBRIERSERVICE



REPARATURSERVICE

**Hochwertige Messtechnik und Beratung aus einer Hand**

 **PCB SYNOTECH** GmbH

Ein Unternehmen der PCB Piezotronics, Inc.

### PCB Synotech GmbH

Porschestr. 20 – 30 ■ 41836 Hückelhoven

Tel.: +49 (0) 24 33/44 44 40 – 0

E-Mail: [info@synotech.de](mailto:info@synotech.de) ■ [www.synotech.de](http://www.synotech.de)

