



## HOCHTEMPERATURSENSOREN FÜR DIE AUTOMOBILENTWICKLUNG



Masseisolierung  
Hohe Temperaturen  
HALT/HASS  
Umweltsimulation  
Motortest  
UHT-12  
Abgasanlagen



Nach der Markteinführung der ICP®-Technologie für piezoelektrische Sensoren durch PCB Piezotronics, Inc. vor über 40 Jahren lag die obere Temperaturgrenze lange Zeit bei 121 °C. Dies änderte sich mit der Entwicklung von ICP®-Modellen mit einer speziellen Hochtemperatur-Verstärkerelektronik, die bis 163 °C einsetzbar waren. Durch stetige Weiterentwicklung konnte PCB® im Anschluss die Einsatzmöglichkeiten erweitern und die Präzision verbessern. Aktueller Stand der Technik ist das Erreichen einer Dauereinsatztemperatur bei ICP®-Sensoren von 180 °C mit den dreiaxial messenden **Modellen HTJ356B01/NC, TLD339A37 und 339B31/NC.**

Durch den Einsatz von Sensoren mit besonders niedrigem Temperaturkoeffizienten können thermisch bedingte Messfehler auf ein Minimum reduziert werden. In diesen Aufnehmern kommt das eigens für piezoelektrische Hochtemperatursensoren entwickelte temperaturstabile Sensorelementmaterial UHT-12™ zum Einsatz, das im gesamten Einsatztemperaturbereich von -54 ... 163 °C bzw. 180 °C auch bei wechselnden Temperaturen präzise Messergebnisse gewährleistet.

Für Applikationen bei Einsatztemperaturen von bis zu 650 °C stehen Sensoren mit Ladungsausgang zur Verfügung. Auch hier garantiert der Einsatz des UHT-12-Werkstoffs ein thermisch stabiles Signal über den gesamten Temperaturbereich.

Die vorliegende Broschüre erläutert die besonderen Problemstellungen, die sich bei Hochtemperaturmessungen ergeben und gibt einen Überblick über die speziell hierfür verfügbaren uniaxialen und triaxialen ICP®-Beschleunigungssensoren.

## EINLEITUNG

Einleitung .....	2
Vibrationstest in thermischen Umgebungen .....	3
Eigenschaften Sensormaterial UHT-12™ .....	4
Beschleunigungssensoren mit Ladungsausgang .....	5
ICP®-Beschleunigungssensoren .....	7
Übersicht Sensoren nach Temperaturbereich .....	8
Drucksensoren .....	9
Sondenmikrofon .....	10
In-Line Ladungsverstärker und Versorgungseinheiten .....	11



## VIBRATIONSTESTS IN THERMISCHEN UMGEBUNGEN

### TEMPERATURBEREICH BIS ZU 650 °C

Die Schwingungsprüfung von Automobilauspuff-, Turbolader- und Motorsystemen erfordert Beschleunigungsaufnehmer, die für den Einsatz in Umgebungen mit sehr hohen Temperaturen ausgelegt sind. PCBs Beschleunigungssensoren für Forschung und Entwicklung werden aus robusten Materialien mit geringer Masse wie Titan und Inconel hergestellt und sind hermetisch abgedichtet.

Diese Broschüre enthält eine Auswahl aus dem Portfolio unserer Beschleunigungsaufnehmer und Mikrofone, darunter Modelle mit dem Hochtemperaturkristall UHT-12™ für den Betrieb bis 650 °C. Auch Sensoren mit Anti-Übersteuerungsfilterung für den Einsatz bei energieintensiven Motortests sind Bestandteil dieser Broschüre.

### Top-Features

- Temperaturbereich von -73 bis 650 °C
- ICP®- und Ladungsausgang
- Masse- und Gehäuseisolierung
- UHT-12™ Werkstoff

### Typische Einsatzbereiche

- Motortest
- Abgasanlagen
- Turbolader
- HALT/HASS
- Klimakammern
- Umweltsimulation

## HOCHTEMPERATUR BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN – VERFÜGBAR BIS 650 °C

### ICP®-Beschleunigungssensoren

erhältlich in uni- und triaxialer Ausführung bis 180 °C

180 °C



### Beschleunigungssensoren mit Ladungsausgang

für Testmessungen oder Dauerüberwachung decken Temperaturbereiche bis 650 °C ab

260 °C

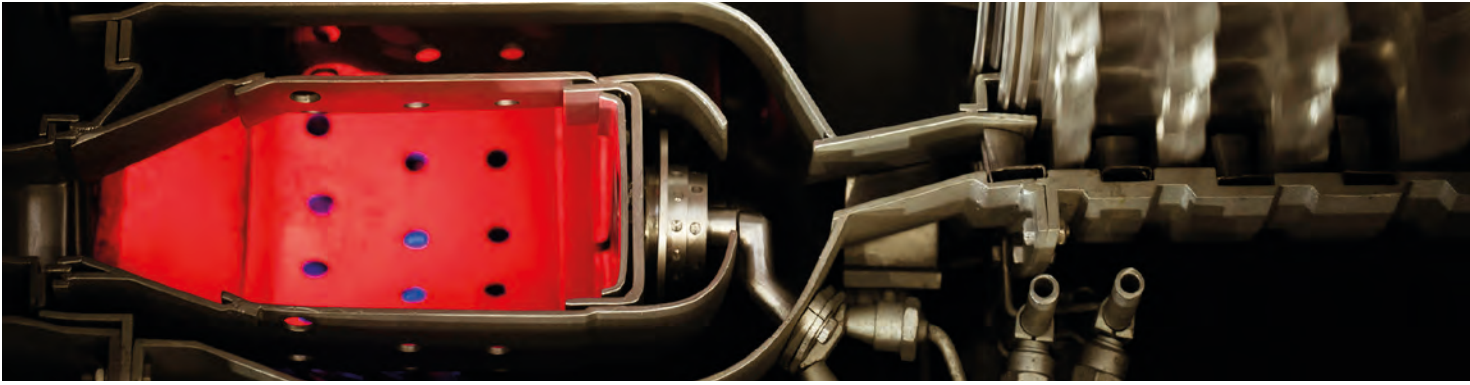


482 °C



650 °C





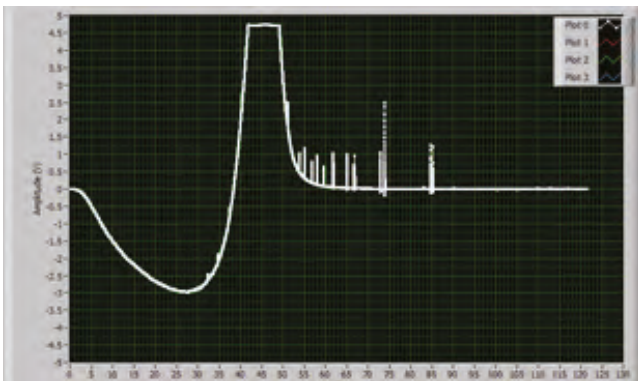
## EIGENSCHAFTEN SENSORMATERIAL UHT-12™

**UHT-12™**

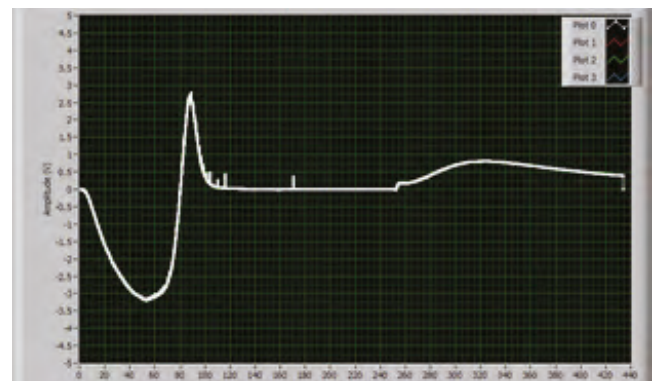
UHT-12™ (Ultra High Temperature – 1200 °F) ist ein neuartiger piezoelektrischer Werkstoff, der zur Erzielung präziserer und rauschärmerer Messergebnisse bei großen Temperaturänderungen entwickelt wurde. Bei großen Temperaturschwankungen kann das Phänomen der Pyroelektrizität auftreten. Durch Entladungen im Piezokristall wird das Verhalten des Beschleunigungsaufnehmers gestört, indem fehlerhafte "Spikes" im Messsignal erzeugt werden (Siehe Diagramme unten). Beschleunigungsaufnehmer, die mit der UHT-12™-Technologie hergestellt wurden, zeigen eine deutlich verbesserte und wiederholbare Qualität der Messdaten.

### Top-Features

- Spezielle piezoelektrische Werkstofftechnologie, in einem hermetischen Gehäuse versiegelt, sorgt für langfristige Zuverlässigkeit
- Reduzierte thermische Störungen verhindern Fehlalarme bei der Überwachung
- Eine gleichmäßigere Empfindlichkeit über einen großen Temperaturbereich sorgt für eine höhere Genauigkeit
- Shear-Mode-Kristalle verhindert Fehlereinflüsse durch Basisdehnungsempfindlichkeit und Querbeschleunigung



Ohne UHT-12™



Mit UHT-12™

Die Familie von UHT-12™ Beschleunigungssensoren umfasst die **Modelle 320C52, 357A63, und EX356A73**, die **Serien 339, EX357A9X, und EX611**. Andere Produkte wie die Verbrennungsdrucksensoren der **Serien 115 und 176** sind ebenfalls erhältlich.



## BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN MIT LADUNGSAusGANG



Die Prüfung von Turboladern, Abgassystemen und Katalysatoren erfordert Ultrahochtemperatursensoren. Diese Sensoren wurden speziell für anspruchsvolle Prüfumgebungen in der Automobilindustrie entwickelt und verfügen zum Teil über integrierte Hardlinekabel.

### Top-Features

- Betrieb bei Temperaturen bis 650 °C
- Unempfindlich gegen extreme Temperaturschwankungen
- ATEX-Zulassung:  
Ex ia IIC T6 ... T770°C Ga  
Ex nA IIC T6 ... T770°C Gc  
IECEx ia IIC T6 ... T770°C Ga  
IECEx nA IIC T6 ... T770°C Gc



### TRIAxIALER MINIATUR-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG

MODELL 356A70/71

- Temperaturbereich -70 ... 254 °C
- Empfindlichkeit 2.7 ... 10 pC/g
- Messbereich 1.500 g
- Gewicht 8 gr



### MINIATURBESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG IN RINGFORM

MODELL 357B06

- Temperaturbereich -54 ... 260 °C
- Empfindlichkeit 5 pC/g
- Messbereich: 500 g
- Gewicht 2 gr



### HOCHTEMPERATUR-MINIATUR-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG

MODELL 357B11

- Temperaturbereich -71 ... 260 °C
- Empfindlichkeit 3 pC/g
- Messbereich 2.300 g
- Gewicht 2 gr





**UHT-12™**

CE

**HOCHTEMPERATUR-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG**

MODELL 357B63

- Temperaturbereich -54 ... 482 °C
- Empfindlichkeit 0,53 pC/g
- Messbereich ±5.000 g
- Gewicht 8 gr



CE

**HOCHTEMPERATUR-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG**

MODELL 357B69

- Temperaturbereich -54 ... 482 °C
- Empfindlichkeit 3,5 pC/g
- Messbereich ±500 g
- Gewicht 16 gr



**UHT-12™**



**TRIAxIALER BESCHLEUNIGUNGSSENSOR MIT LADUNGSAusGANG**

MODELL EX356A73

- Temperaturbereich -55 ... 482 °C
- Empfindlichkeit 3,2 pC/g
- Messbereich ±500 g
- Gewicht 150 gr



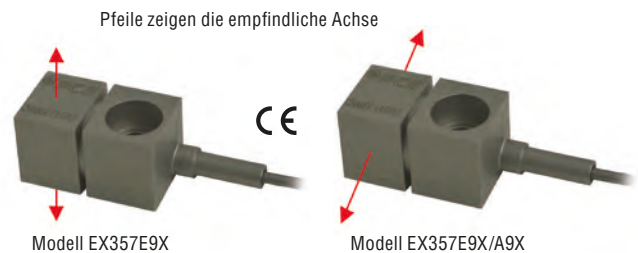
**UHT-12™**

CE

**BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN MIT LADUNGSAusGANG**

MODELLE 357A64 UND 357M168

- Temperaturbereich -55 ... 650 °C
- Empfindlichkeit 1,15 pC/g
- Messbereich ±1.000 g
- Signaltyp single-ended
- Anschluss 10-32-Buchse



Pfeile zeigen die empfindliche Achse

CE

Modell EX357E9X

Modell EX357E9X/A9X

**BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN MIT LADUNGSAusGANG**

SERIEN EX357A9X UND EX357E9X

- Temperaturbereich -55 ... 650 °C
- EX357E90/91-Empfindlichkeit 5,0 pC/g
- EX357E92/93-Empfindlichkeit 2,3 pC/g
- EX357A94/95-Empfindlichkeit 3,3 pC/g
- Messbereich ±1.000 g
- Signaltyp single-ended (EX357E9X), differentiell (EX357A9X)
- Anschluss 10-32-Buchse (EX357E9X), 7/16-27 2-polig (EX357A9X)

**UHT-12™**





## ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN



bis 180 °C

Die ein- und dreiachsigen UHT-12™-ICP®-Beschleunigungssensoren von PCB® zeichnen sich durch einen niedrigen Wärme­koeffizienten, einen großen Betriebstemperaturbereich und eine gute Breitbandauflösung aus. Viele ICP®-Hochtemperatursensoren verfügen über integrierte Tiefpassfilter. Sie werden insbesondere dann eingesetzt, wenn während der Messungen hochfrequente Anregungen des Aufnehmers durch energiereiche Impulse auftreten können. Hervorgerufen werden solche Impulse durch metallische

Schläge, etwa bei Motorhochläufen oder Turboladertests. Wie jede Struktur wird das Messelement eines Beschleunigungssensors durch solche Stöße in seiner Resonanz angeregt, was bei ungefilterten Modellen eine Sättigung des Verstärkers bewirken kann. Eine spätere Korrektur der Signaldaten ist nicht möglich, auch nicht durch Filterung, da die Rohdaten bereits falsch aufgezeichnet wurden. Gefilterte Sensoren schließen diese potentielle Fehlerquelle aus.



UHT-12™

### ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN

MODELLE 320C52/53

- Temperaturbereich -73 ... 163 °C
- Empfindlichkeit (±10%) 10 m V/g
- Messbereich ±500 g pk
- Breitbandige Auflösung 0,004 g rms
- Mit Übersteuerungsfilter



### TRIAXIALE MINIATUR-ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN

MODELLE HT356B01 UND HTJ356B01

- Temperaturbereich -54 ... 180 °C
- Empfindlichkeit: 5 m V/g
- Messbereich ±1.000 g pk
- Gewicht 1 gr
- Modell HTJ356B01 ist masseisoliert



### TRIAXIALE QUARZ-SHEAR-ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN

MODELLE TLD339A34/36/37

- Temperaturbereich -54 ... 163/180 °C
- Empfindlichkeit (±10%) 50 mV/g / 10 mV/g / 100 m V/g
- Messbereiche ±100 g pk / ±500 g pk / ±50 g pk
- Elektrischer Anschluss 1/4-28 4-Pin
- Modell TLD339A36/37 mit Übersteuerungsfilter



UHT-12™

### TRIAXIALER ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR

MODELL 339B31/NC

- Temperaturbereich -54 ... 180 °C
- Empfindlichkeit (±10%) 10 mV/g
- Messbereich ±500 g pk
- Breitbandige Auflösung 0,008 g rms
- Mit Übersteuerungsfilter



UHT-12™

### TRIAXIALER ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOR

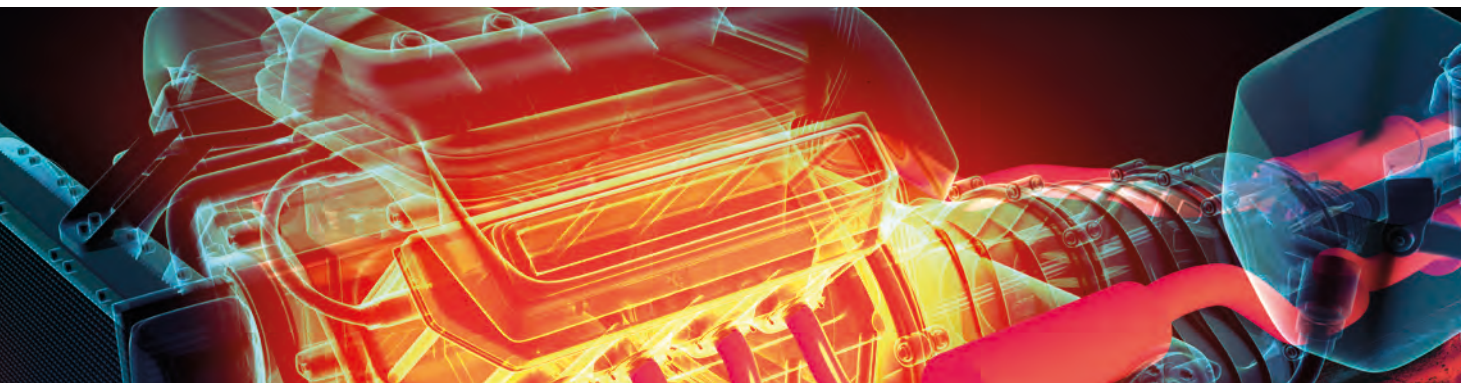
MODELL 339B32/NC

- Temperaturbereich -54 ... 163 °C
- Empfindlichkeit (±10%) 10 mV/g
- Messbereich ±500 g pk
- Breitbandige Auflösung 0,003 g rms
- Mit Übersteuerungsfilter

# ÜBERSICHT SENSOREN

## HOCHTEMPERATUR-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN NACH TEMPERATURBEREICH

Temperatur	Modell	ICP®/Ladung	Dauereinsatztemperatur (° C)	UHT-12™	Anzahl Achsen	ATEX-Zulassung	Filter
163 bis 254 °C	(M)320C15	ICP®	163		1		
	(M)320C18	ICP®	163		1		
	(M)320C52	ICP®	163	✓	1		✓
	(M)320C53	ICP®	163	✓	1		✓
	339A30/NC	ICP®	163	✓	3		✓
	339B32/NC	ICP®	163	✓	3		✓
	TLD339A34	ICP®	163		3		
	TLD336A36	ICP®	163		3		✓
	HT356A43	ICP®	163		3		
	HT356A44	ICP®	163		3		
	357C10/NC	Ladung	177		1		
	357A09	Ladung	177		1		
	339B31/NC	ICP®	180	✓	3		✓
	TLD339A37	ICP®	180	✓	3		✓
	HT356B01	ICP®	180		3		
	HTJ356B01	ICP®	180		3		
	(M)356A70	Ladung	254		3		
	(M)356A71	Ladung	254		3		
	255 bis 482 °C	357B03	Ladung	260		1	
357B06		Ladung	260		1		
357B21		Ladung	260		1		
357B04		Ladung	260		1		
(M)357B11		Ladung	260		1		
357A07/NC		Ladung	260		1		
357B53		Ladung	288		1		
EX356A73		Ladung	482	✓	3	✓	
EX600B1X		ICP®	482	✓	1	✓	
357A63		Ladung	482	✓	1		
357C71		Ladung/diff	482		1	EX357C71	
357C72		Ladung/diff	482		1	EX357C72	
357C73		Ladung/diff	482		1	EX357C73	
357A100		Ladung/diff	482	✓	1		
357B69/NC		Ladung	482		1		
357B61/NC		Ladung	482		1		
483 bis 650°C	357A64	Ladung	650	✓	1		
	357M168	Ladung	650	✓	1		
	EX357E90	Ladung	650	✓	1	✓	
	EX357E91	Ladung	650	✓	1	✓	
	EX357E92	Ladung	650	✓	1	✓	
	EX357E93	Ladung	650	✓	1	✓	
	EX357A94	Ladung/diff	650	✓	1	✓	
	EX357A95	Ladung/diff	650	✓	1	✓	
	EX611A20	Ladung/diff	650	✓	1	✓	



## HOCHTEMPERATURDRUCKSENSOREN MIT LADUNGSAusGANG

Hochtemperatur-Drucksensoren sind für den Betrieb bei Temperaturen bis zu 650 °C ausgelegt. Spezielle Montageadapter sind zur Montage in vorhandene Montagebohrungen erhältlich. Wassergekühlte Adapter sind verfügbar, um eine thermisch stabile Sensorumgebung mit niedrigeren Temperaturen zu erreichen, die den Betrieb der Sensoren in Anwendungen oberhalb ihres normalen Betriebsbereichs erlaubt. Für Betriebstemperaturen über 260 °C sind Hardline-Kabel erforderlich.



### HOCHTEMPERATUR-DRUCKSENSOR

MODELL 112B05

- Empfindlichkeit 0,160 pC/kPa
- Messbereich 34475 kPa
- Temperaturbereich -240 ... 316 °C

### Top-Features

- Lasergeschweißt, hermetisch dicht
- Temperaturstabile piezoelektrische Werkstoffe
- Interne Beschleunigungskompensation minimiert Schwingungsempfindlichkeit
- Kalibrierung erfolgt bei Raumtemperatur mit thermischen Koeffizienten bis zu 650°C



### WASSERGEKÜHLTER ADAPTER

MODELL 064B06

- M20 x 1,5 Aussengewinde
- Für Modell 112B05



### HOCHTEMPERATUR-DRUCKSENSOR

MODELL 116B

- Empfindlichkeit 0,870 pC/kPa
- Messbereich 690 kPa
- Temperaturbereich -240 ... 345 °C



### DRUCKSENSOR MIT DIFFERENTIELLEM LADUNGSAusGANG

MODELL 176A02

- Empfindlichkeit 87 pC/bar
- Messbereich 50 bar
- Temperaturbereich -70 ... 650 °C

UHT-12™





## SONDENMIKROFON

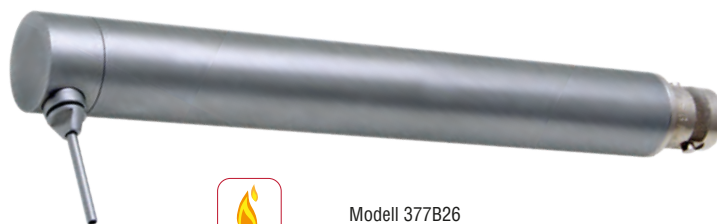
Das Sondenmikrofon **Modell 377B26** besteht aus einer vorpolarierten Mikrokapsel, dem ICP®-Vorverstärker und dem Sondenröhrchen. An seiner Sondenspitze verträgt das Sondenmikrofon eine Temperatur von **800 °C** und kann dadurch zum Beispiel an Abgasanlagen und Motoren eingesetzt werden. Auch bei engen Platzverhältnissen kann das Sondenmikrofon zum Einsatz kommen. Mit Partikelfilter ist **Modell 378M26** erhältlich.

### Top-Features

- ICP®-Sondenmikrofon
- Durchmesser der Edelstahlsonde 1,3 mm
- Dynamikbereich >164 dB
- Frequenzbereich 2 ... 20.000 Hz
- Temperatur bis 800 °C

### Typische Einsatzgebiete

- Schallmessungen in Abgasanlagen



Modell 377B26

### SPEZIFIKATIONSTABELLE 377B26 HOCHTEMPERATUR-SONDENMIKROFON

Grunddaten	Einheit	
Durchmesser Größe	mm	6
Empfindlichkeit bei 250 Hz ( $\pm 3$ dB)	dB re 1 V/Pa	53,35
Frequenzbereich Röhrchenlänge 20mm ( $\pm 3$ dB)	Hz	2 ... 20.000
Dynamikbereich (für Klirrfaktor $\leq 3$ %)	dB	165
Eigenrauschen	dB(A)	44
<b>Einsatzbedingungen</b>		
Temperaturbereich (40, 80 und 160 mm Sonde)	°C	- 40 ... 800
Temperaturbereich (20 mm Sonde)	°C	- 40 ... 400
<b>Technische Eigenschaften</b>		
Polarisationsspannung	V	0
<b>Physikalische Spezifikationen</b>		
Größe (Durchmesser x Länge)	mm	12,7 - 111
Masse	gr	55
Sondendurchmesser	mm	1,2
Elektrischer Anschluß	-	BNC



## IN-LINE-LADUNGSVERSTÄRKER

### Top-Features

- Für piezoelektrische Sensoren mit Ladungsausgang
- Wandelt hochohmige Ladungssignale in niederohmige Spannungssignale um
- Betrieb an ICP®-Versorgungen
- Beibehaltung einer festen Ladungsumwandlung unabhängig von der Eingangskapazität

### Ladungsausgang differenziell



MODELL 422M18

- ICP®-gespeist
- Empfindlichkeit: ( $\pm 5\%$ ) 4 mV/pC
- 2-poliger Mil-Eingang auf BNC- Ausgang

CE



Serie 422Exx

### Ladungsausgang bis 260 °C

Modell	Empfindlichkeit	Eingangsspannung	Niederfrequenz (-5%)
422E51	100	50 pC	5 Hz
422E52	10	500 pC	5 Hz
422E53	1	5.000 pC	5 Hz
422E54	0,1	50.000 pC	5 Hz
422E55	0,5	5.000 pC	5 Hz

### Ladungsausgang bis 650 °C

Modell	Empfindlichkeit	Eingangsspannung	Niederfrequenz (-5%)
422E38	0,1 mV/pC	25 000 pC	5 Hz
422E35	1 mV/pC	2.500 pC	5 Hz
422E36	10 mV/pC	250 pC	5 Hz

## VERSORGUNGSEINHEITEN



MODELL 482C05

- 4-Kanal
- Netzbetrieb
- ICP®-Sensor-Versorgung
- BNC-Ein- und Ausgänge



MODELL 482C54

- 4-Kanal
- Netzbetrieb
- ICP®-Sensor-Versorgung
- Ladungsverstärker
- Verstärkung 0,1 ... 200
- RS-232
- Einsteckfilter optional
- BNC-Ein- und Ausgänge

