



MODULARES KALIBRIERSYSTEM 9155



Beschleunigungssensor-Kalibrierung

Resonanzprüfung

Schocksensor-Kalibrierung

Linearitätsprüfung

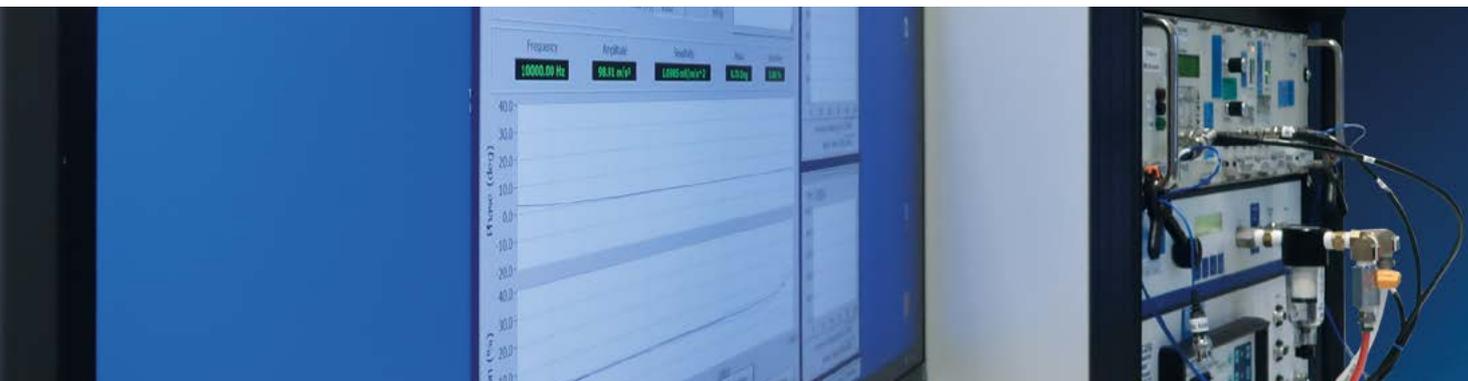
Drucksensor-Kalibrierung

ISO 17025 und ISO 16063

Laser-Kalibrierung

DKD-R 3-1





Die zuverlässige Messung von Schwingungen, Drücken, Kräften usw. ist in unserer hochtechnisierten Welt von elementarer Bedeutung. Daher ist Messen mit einer möglichst geringsten Unsicherheit eine wichtige Voraussetzung der Qualitätssicherung und setzt eine hohe Präzision der Messgeräte voraus. Deren Funktionstüchtigkeit lässt sich durch eine sorgfältige Kalibrierung der Geräte sicherstellen und die ermittelte Messunsicherheit in den Folgeprozessen mit einbeziehen. Es ist zu berücksichtigen, dass Sensoren und andere Messmittel im Laufe der Zeit einem Alterungsprozess, auch „Drift“ genannt, unterliegen. Durch die regelmäßige Kalibrierung kann diese Veränderung beobachtet und gegebenenfalls eingegriffen werden.

Unter Kalibrierung versteht die Messtechnik den Vorgang zur zuverlässig reproduzierbaren Feststellung und Dokumentation der Messabweichung. Dabei wird ein Messmittel unter kontrollierten Bedingungen mit einem Normal verglichen und die Abweichungen dokumentiert.

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.

EINLEITUNG

Kalibriersystem 9155	4
Funktionale Software zur Automatisierung und Verwaltung von Daten	5
Shaker mit Luftlagerung	6
Partner in Sachen Kalibrierung	6
Kalibriersystem 9155 Kits	7
9155-Erweiterungen:	
Niederfrequenz-Kalibrierung	8
Kalibrierung von Schocksensoren	10
Resonanzprüfung	11
Linearitätsprüfung	12
Kalibrierung von Drucksensoren	13
Mikrofon-Kalibrierung	16
Primär- und Sekundär-Kalibrierung	17
Service Leistungen	18
Spezifikationstabelle	19



KALIBRIERSYSTEM 9155

PRÄZISE, ZUVERLÄSSIG UND FLEXIBEL

Top-Features

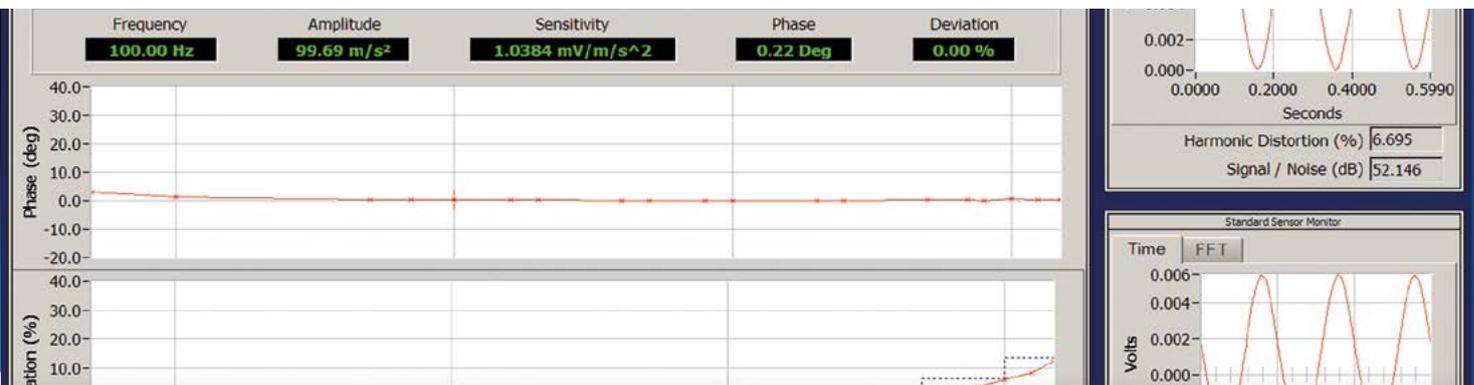
- Auf Präzision und Durchsatz optimierte Sinusanregung mit hoher Genauigkeit
- Betriebsbereites System gemäß ISO 16063 mit allen erforderlichen Komponenten
- Kalibrierung von bis zu 200 Frequenzpunkten
- Einrichtung der Testparameter, Datenerfassung und Speichern der Ergebnisse in der Systemdatenbank
- Drucken von kundenspezifischen ISO 17025-konformen Kalibrierzertifikaten
- Definition mehrerer Pass-/Fail-Kriterien
- Optionaler Ausbau des Systems für weitere Messgrößen und Anwendungen

Das Präzisions-Kalibriersystem **Modell 9155** ermöglicht die Kalibrierung von piezoelektrischen Beschleunigungssensoren mit ICP®-/IEPE- oder Ladungsausgang (ISO 16063-21:2016-08) im Back-to-Back Verfahren, die Kalibrierung von Schocksensoren (ISO 16063-22:2015-04) und die Kalibrierung von Mikrofonen (IEC 61094-5). Für das **Modell 9155** stehen einige ergänzende Optionen zur Verfügung, um unter anderem piezoresistive und kapazitive Beschleunigungssensoren, Schwinggeschwindigkeitssensoren sowie Vibrationssensoren zu kalibrieren. Weiterhin sind Optionen zur Kalibrierung dynamischer Drucksensoren und von Impulshämmern verfügbar. Zur Prüflingsanregung steht eine breite Palette von Shakern und anderen Aktuatoren zur Auswahl. Jedes System bietet alle erforderlichen Komponenten: vom Präzisionsaktuator bis hin zur Datenerfassungssoftware in Kombination mit einem Software-Controller für Windows®-PCs.

Die Vorteile des **Modell 9155** bestehen in zwei Bereichen: Konformität mit bestehenden Standards und die Automatisierung der Abläufe nach ISO 16063-21 und IEC 61094-5. Kalibrierzertifikate können selbstverständlich ausgedruckt werden und erfüllen die Anforderungen von ISO 17025 und DAKKS-DKD-5. Durch die Automatisierung per Software vereinfacht sich das Kalibrierverfahren,

da die jeweiligen Testparameter für jeden Prüfling automatisch gespeichert und abgerufen werden können. Dies ermöglicht einen vollautomatischen Betrieb, sobald der Sensor montiert ist.

Durch die Verwendung von hochwertigen Aktuatoren wird eine genaue Kalibrierung gewährleistet. Die ISO 16063-21 beschreibt das Back-to-Back Verfahren, bei dem der zu testende Sensor (SUT = Sensor Under Test) und der verwendete Referenzsensor identischen Beschleunigungen ausgesetzt sind. Folglich ist das Verhältnis der Empfindlichkeiten beider Sensoren das Verhältnis ihrer gemessenen Ausgangssignale. Ein Vergleich wird von der Steuerungssoftware durchgeführt, wobei die Ausgangssignale bei jedem Frequenzpunkt ermittelt werden.



FUNKTIONALE SOFTWARE

AUTOMATISIERUNG UND VERWALTUNG VON DATEN



Ein wesentlicher Bestandteil des Kalibriersystems **Modell 9155** stellt die Steuerungssoftware dar. Sie kontrolliert die Systemhardware und erfasst Daten für eine breite Palette an Sensoren. Die Software ist für Windows®-kompatible Rechner entwickelt, ermöglicht eine Kalibrierung mit geringsten Messunsicherheiten und ist durch ihre grafische Oberfläche intuitiv bedienbar, wodurch das Risiko von Verfahrensfehlern verringert wird. Das System ist besonders auf hohe Präzision bei gleichzeitig hohem Durchsatz optimiert.

Top-Features

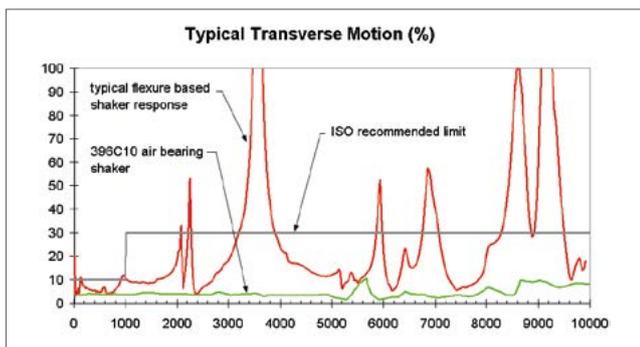
- Definition der Pass-/Fail-Kriterien für jeden SUT
- Datenbank mit den Spezifikationen und Testanforderungen jedes SUT ermöglicht die automatische Kalibrierung
- Kundenseitig anpassbare Kalibrierzertifikat, entsprechend ISO 17025 und DKD-R 3-1
- Archivieren der Kalibrierdaten in SQL-Datenbank
- Benutzerseitige Definition der Referenzfrequenzen
- Deutsches Sprachpaket

SHAKER MIT LUFTLAGERUNG

Mit den modernen, luftgelagerten **Shakern 9155D-830** und **-831** sind Kalibrierungen über einen weiten Frequenzbereich von 5 Hz ... 20 kHz möglich. Die Technik des Air-Bearing-Shakers minimiert Querbewegungen sowie Kippmomente und verbessert die Messunsicherheit durch hohe Steifigkeit und reibungslose Lagerung. Durch die Verwendung einer Lorentz-Kraftspule wird die Montage der SUT-Einheiten erleichtert, da im Vergleich zu anderen Schwingerregern keine Gummibänder zur Stabilisierung und Ausrichtung des montierten Prüflings erforderlich sind. Zu große Streuungen in den Messergebnissen werden somit verhindert und die Wiederholbarkeit verbessert.

Zwei Shaker-Varianten sind mit dem 9155-Kalibriersystem erhältlich:

- 9155D-830 (5Hz - 15kHz)
- 9155D-831 (5Hz - 20 kHz)



Die luftgelagerten Shaker von PCB Piezotronics, Inc. haben Mindestanforderungen an die Druckluft und sind wie folgt spezifiziert:

- Klassifizierung der Luftqualität gemäß ISO 8573.1 Klasse 3
- Feststoffpartikel: maximale Anzahl Teilchen pro m³ in Abhängigkeit von der Teilchengröße $d = 1 \dots 5 \mu\text{m} \leq 1.000$
- Wasser: Drucktaupunkt Dampf bei 6,89 bar und -20°C
- Ölanteil (inkl. Aerosol, Nebel): 1 mg/m³



Modell 9155D-830
moderner Shaker mit Luftlagerung

PARTNER IN SACHEN KALIBRIERUNG

Als zuverlässiges Produkt ist das Kalibriersystem **Modell 9155** ein Werkzeug Ihrer Prozesse. Von seiner bedienfreundlichen Software zur Vereinfachung der Rekalibrierung bis zur typischen Zykluszeit von (max.) rund einer Minute pro Achse, ist dieses System eine ideale Kalibrierlösung.

Im Kern ist PCB Piezotronics, Inc. ein Sensorhersteller, der sich darauf konzentriert, die besten verfügbaren Beschleunigungs- und Drucksensoren zu liefern. Mit leistungsstarken Anwendern der eigenen Systeme in PCB Piezotronics-Niederlassungen auf der ganzen Welt, die täglich Systeme aus dem Modal Shop nutzen, können wir durch das Feedback von Technikern und Ingenieuren einen hohen Standard an benutzerfreundlichen Funktionen erreichen und aufrechterhalten. Durch die enge Kommunikation mit den Anwendern und der Sensorproduktion bei PCB Piezotronics, Inc., können wir Ihnen ein bewährtes System und die bestmögliche Nutzererfahrung bieten.



KALIBRIERSYSTEM 9155 KITS

K9155D01

- **9155 Basissystem:**
9155 Kalibrierungssoftware, Datenerfassungshardware, Desktop-PC, Montageadapter, Verifizierungssensor
 - **9155D-442:**
Einkanal-Signalkonditionierer (442A102) für ICP®-Beschleunigungssensoren und Ladungsverstärker der Serie 442
 - **9155D-830:**
Luftgelagerter (Air-Bearing) Shaker (396C10) zur Kalibrierung von Sensoren im Frequenzbereich von 5Hz bis 15kHz
-

K9155D02

- **9155 Basissystem:**
9155 Kalibrierungssoftware, Datenerfassungshardware, Desktop-PC, Montageadapter, Verifizierungssensor
 - **9155D-100:**
Integration der Systemkomponenten in einem 19“Gehäuse
 - **9155D-400:**
Automatische TEDS-Unterstützung ermöglicht die automatische Aktualisierung von TEDS-Sensoren (setzt 9155D-443 voraus)
 - **9155D-443:**
Dual-Mode-Ladungsverstärker. Upgrade der modularen Signalkonditionierung mit einem zusätzlichen Ladungsverstärker-Modul 443B01
 - **9155D-830:**
Luftgelagerter (Air-Bearing) Shaker (396C10) zur Kalibrierung von Sensoren im Frequenzbereich von 5Hz bis 15kHz
-

K9155D03

- **9155 Basissystem:**
9155 Kalibrierungssoftware, Datenerfassungshardware, Desktop-PC, Montageadapter, Verifizierungssensor
- **9155D-100:**
Integration der Systemkomponenten in einem 19“Gehäuse
- **9155D-400:**
Automatische TEDS-Unterstützung ermöglicht die automatische Aktualisierung von TEDS-Sensoren (setzt 9155D-443 voraus)
- **9155D-443:**
Dual-Mode-Ladungsverstärker. Upgrade der modularen Signalkonditionierung mit einem zusätzlichen Ladungsverstärker-Modul 443B01
- **9155D-501:**
Ermöglicht Linearitätsprüfungen bis zu 40 m/s² (Peak)
- **9155D-550:**
Resonanzprüfung bis 50 KHz gemäß ISO 5347-14
- **9155D-600:**
Kalibrierung von Schwinggeschwindigkeitsaufnehmern
- **9155D-830:**
Luftgelagerter (Air-Bearing) Shaker (396C10) zur Kalibrierung von Sensoren im Frequenzbereich von 5Hz bis 15kHz



9155-ERWEITERUNGEN

NIEDERFREQUENZ-KALIBRIERUNG

9155D - 771 / -779

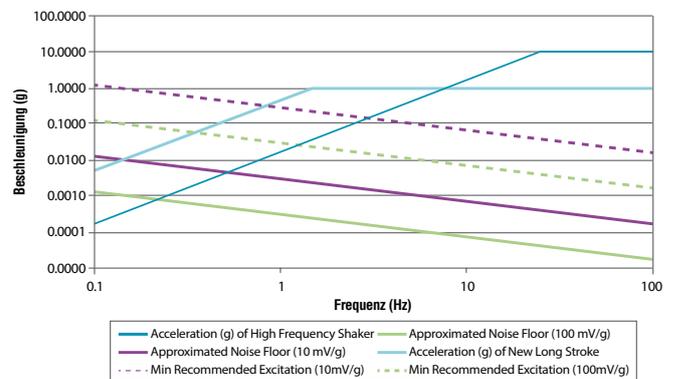
Top-Features

- Hervorragendes Signal-Rausch-Verhältnis
- Verwendet einen Quarz-ICP®-Referenzbeschleunigungsmesser
- Optischer Referenzsensor für Kalibrierungen
0,1 ... 10 Hz (Option -779)

Das **9155-Kalibriersystem** mit der Niederfrequenz-Erweiterung ermöglicht Kalibrierungen von Beschleunigungssensoren bei sehr niedrigen Frequenzen. Ein luftgelagerter Langhub-Shaker (Long Stroke) Kalibrierung ermöglicht dem Anwender eine Kalibrierung von Beschleunigungssensoren bei sehr niedrigen Frequenzen. Mit dem luftgelagerten Präzisions-Shaker (Long Stroke) können Kalibrierungen ab 0,1 Hz durchgeführt werden.

Die **Optionen -771** und **-779** verwenden beide einen hochempfindlichen Back-to-Back-Referenzsensor für die Niederfrequenzkalibrierung. Der Referenzsensor bietet sowohl auf seiner Ober- wie Unterseite eine Montagemöglichkeit und wird zwischen Prüfling (SUT) und Armatur des Langhub-Shakers montiert. Die Verwendung von Quarz im Referenzsensor bietet im Vergleich zu Keramik als Sensormaterial eine bessere Langzeitstabilität. Dank der verwendeten ICP®-/IEPE-Technik des Referenzsensors, spielen Kabelbewegungen auf Grund der großen Shaker-Auslenkung sowie andere Signalbeeinträchtigungen keine Rolle.

In Verbindung mit der **Option -779** kommt neben dem Referenzbeschleunigungssensor ein optisch arbeitender Encoder als Referenz zum Einsatz, wodurch die Genauigkeit erheblich verbessert wird. Der Encoder misst den tatsächlichen Weg des Schlittens sowie die Geschwindigkeit. Dadurch werden referenzseitig die Grenzen des piezoelektrischen Messprinzips im Niederfrequenzbereich eliminiert. Im Ergebnis wird die dynamische Niederfrequenz-Kalibrierung bis auf 0,1 Hz optimiert und die Genauigkeit verbessert.





Spezifikationen

Leistungsdaten	771 Option ^[1]	779 Option ^[2]
Frequenzbereich ^[1]	0.5 - 500 Hz	0.1 - 500 Hz
Shaker System		
Typ	Modell 2129E025 Elektrodynamischer Air-Bearing Shaker	
Max. Krafteinleitung	39 N	
Max. Hub (Peak)	255 mm	
Max. Last	2 kg	
Druckluftanforderung	4,0 ... 5.5 bar	
Verstärker	Integral Servo	
Dual Referenzsensoren		
Typ	Quartz ICP®- Beschleunigungssensor	Optischer Encoder
Frequenzbereich ^{[1] [2]}	0.5 ... 500 Hz	0.1 ... 10 Hz/ 10 ... 500 Hz
Empfindlichkeit	1 mV/m/s ²	N/A
Auflösung	0,0015 m/s ²	10 nm
Niederfrequenzgang	0,035 Hz (-5%)	DC
Entladungszeitkonstante	≥15 s	-/-
Erweiterte Messunsicherheit ^[4]		
0,25 ... 0,5 Hz	-/-	3,0%
0,5 ... 1 Hz	1,50%	1,1%
1 ... 10 Hz	1,25%	0,8%
10 ... 100 Hz	1,00%	1,0%
Physische Eigenschaften		
Abmessungen Horizontal (H x B x T)	742 x 280 x 241 mm	
Abmessungen Vertikal (H x B x T)	422 x 280 x 462 mm	
Gewicht	28 kg	

[1] -771 beinhaltet den Referenzsensor für 0,5 ... 500 Hz

[2] -779 beinhaltet optischen Referenzsensor (0,1 ... 10 Hz)
und piezoelektrischen Referenzsensor (10 ... 500 Hz)

[3] Lokale Transversalresonanz bei ~200 Hz überschreitet die von ISO empfohlenen Grenzwerte.

[4] Pro ISO mit k=2 Abdeckungsfaktor unter Verwendung von PCB Q353B51. Die Messunsicherheit unter 0,25 Hz, über 100 Hz ist undefiniert.

Einfache Auslenkungsberechnungen zeigen, dass ein Anregungspegel von 10 m/s² auf konventionellen Breitband-Kalibrierungsschwingerregern bei niedrigen Frequenzen nicht erreichbar ist (dunkelblaue Kurve). Daraus folgt, dass bei niedrigen Frequenzen der Ausgang sowohl des Referenzbeschleunigungssensors, als auch des Prüflings (SUT) bei abnehmenden Beschleunigungspegeln ebenfalls niedrigere Signalpegel ausgibt. Durch Verwendung eines Schwingerregers mit einem Hub von 255 mm bleiben die bei niedrigen Frequenzen erreichbaren Beschleunigungspegel (hellblaue Kurve) über dem Rauschpegel, sowohl des SUT als auch der Referenz. Mit diesem erhöhten Anregungspegel können Kalibrierungen mit niedriger Unsicherheit bei Frequenzen bis unter 0,3 Hz mit einem Hub von 255 mm und einem Prüfling mit 100 mV/g (effektive Auflösung von 420 µg/√Hz (bei 1 Hz) durchgeführt werden.



Modell
9155D-771/-779



9155-ERWEITERUNGEN

KALIBRIERUNG VON SCHOCKSENSOREN 9155D-525

Top-Features

- Kalibrierung und Linearitätsprüfung von Schocksensoren im Bereich von 200 bis 100.000 m/s² (Peak)
- Pneumatisch betätigter Shaker für kontrollierte und gleichmäßige Stoßimpulse
- Abstimmung des Schockniveaus mittels verschiedener Ambosse und Projektile (Impulsform und Frequenzinhalt)
- Graphische Anzeige der Sensoramplitudenlinearität
- Steuereinheit zur Regelung des Antriebsdrucks (Projektilebeschleunigung)

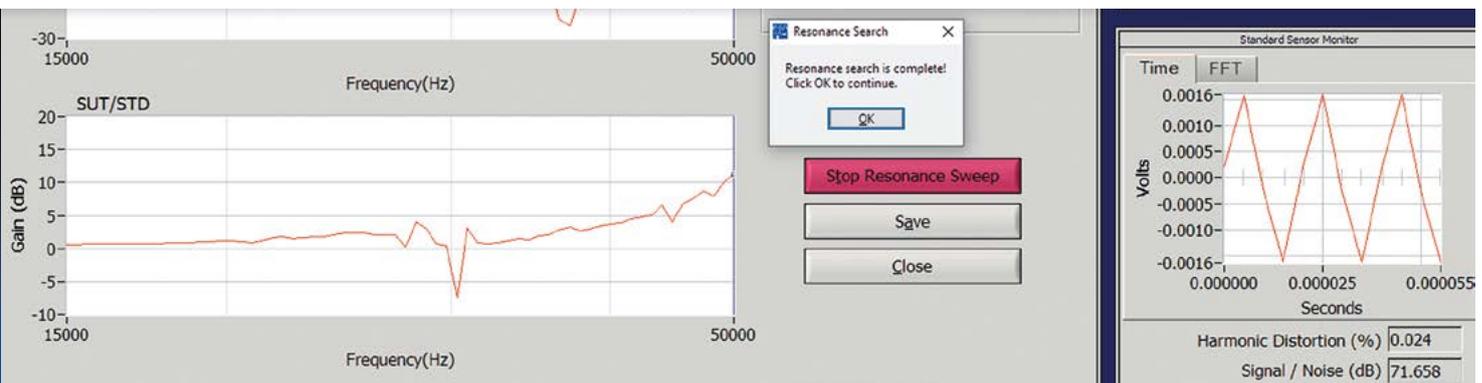
Mit der **Option 9155D-525** können Kalibrierungen von Schocksensoren (ISO 16063-22:2015-04) mit einem Messbereich bis 100.000 m/s² Peak durchgeführt werden. Die Option besteht aus einem Stoßerreger, mit dem ein Projektil mittels Druckluft beschleunigt wird. Das Projektil prallt gegen einen Amboss, auf dem der Prüfling (SUT) montiert ist. Impulsform und Frequenzinhalt werden durch eine Druckluftregelung gesteuert.

Spezifikationen

Leistungsdaten	
Beschleunigungsbereich	196 – 98 000 m/s ²
Referenz	PCB-301A12
Typ	ICP®/IEPE
Empfindlichkeit	0,05 mV/m/s ²
Unsicherheit	2,2 % typisch
Sensor Montage	1/4-28 UNF Innengewinde
Druckluft	5,5 bar
ISO 8573.1 Qualitätsklasse	4



Modell
9155D-525



RESONANZPRÜFUNG

9155D-550 (Softwarelösung)

Top-Features

- Automatisierte Resonanzprüfungen bis 50 kHz
- Sensor Screening zur Ermittlung von Sensorschäden
- Frequenzgang stufenlos einstellbar (Sweep)
- Shaker K394B30 oder K394B31 werden benötigt

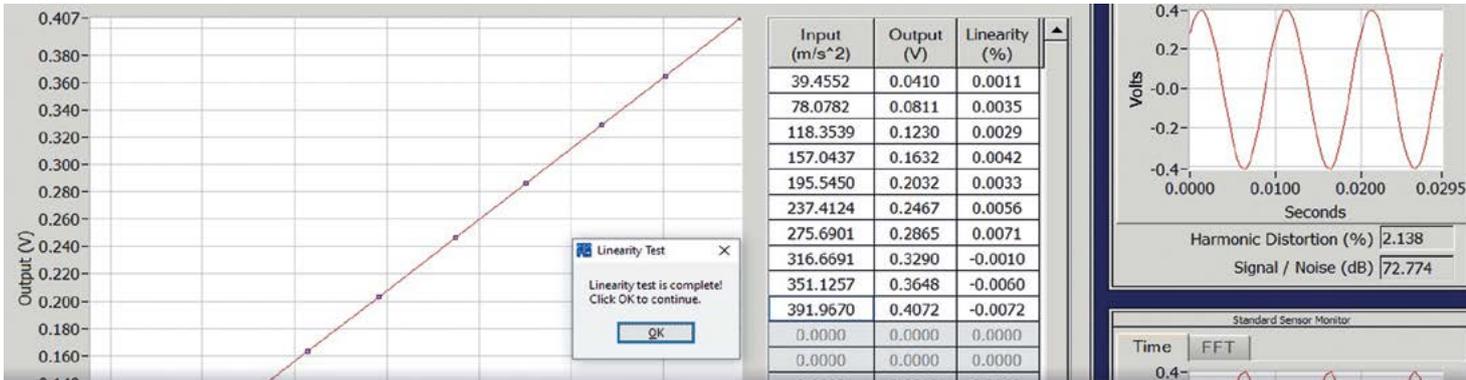
Mit der Resonanzprüfung können winzige Risse und andere Fehler des Sensorelements im Prüfling (SUT) erkannt werden.

Die **Option Modell 9155D-550** ist eine funktionelle Erweiterung zur Messung der Resonanzfrequenz eines Sensors mit Hilfe der luftgelagerten Präzisions-Shaker Modelle K394B30/B31. Die Resonanzfrequenz des Referenzbeschleunigungssensors der Shaker liegt bei >70 kHz, so dass ein nutzbarer Bereich von bis zu 50 kHz für die Resonanzprüfung zur Verfügung steht.

Spezifikationen

Leistungsdaten	
Frequenzbereich	5 ... 50 kHz
Frequenzauflösung	12,5; 25 oder 50 Hz
Testmethode	Back-to-Back Sweep
Resonanz ^[1]	> 70 kHz

[1] Montierte Resonanz des internen Referenzsensors im K394B30/B31



9155-ERWEITERUNGEN

LINEARITÄTSPRÜFUNG 9155D-501 (Softwarelösung)

Top-Features

- Linearitätsprüfungen bis zu 400 m/s² (Peak)
- Festlegung benutzerdefinierter Testfrequenzen
- Bestätigt die Linearitätsleistung des Sensors innerhalb des Testbereichs
- Typische Applikation: In-House-Kalibrierung von Schwingungsmessgeräten

Die Option **9155D-501** ermöglicht die Durchführung von Mehrpunkt-Sensor-Linearitätsprüfungen und ist eine Erweiterung der 9155-Software. Sie ermöglicht die Prüfung der Linearität über einen bestimmten Amplitudenbereich bei einer benutzerdefinierten festen Frequenz. Die Überprüfung der Linearität bietet zusätzliche Sicherheit für den Zustand und die Leistung des Sensors und bestätigt die Messgenauigkeit des Prüflings (SUT). Die Software automatisiert das Anfahren der Testfrequenzen und den Amplitudenbereich.

Spezifikationen

9155D Option:	-875	-875 + MAB ^[1]	-830 / 831
Max. Amplitude (Peak)	196 m/s ²	4.900 m/s ²	392 m/s ²
Unsicherheit^{[2] [3]}	1.00 %	TBD	0.77 %
Max. Anzahl der Punkte	20	20	20
Max. Gewicht SUT^[4]	1.000 Gramm	85 Gramm	270 Gramm

[1] MAB=Mechanical Amplifier Bar (mechanische Verstärkung).
Beim Testen mit dem MAB wird eine festgelegte Frequenz verwendet, die im Bereich der Resonanzfrequenz liegt.

[2] bei einer Referenzfrequenz von 100 Hz

[3] Unsicherheit basierend auf der typischen Unsicherheit des 9155-Standard Referenzsensors

[4] Das Gewicht des SUT kann die max. Amplitude und den Frequenzbereich beeinflussen



KALIBRIERUNG VON DRUCKSENSOREN – NIEDERDRUCK 9155D-903

Die Erweiterung **9155D-903** ermöglicht Niederdruckkalibrierungen an dynamisch messenden Drucksensoren. Der Prüfstand besteht im Wesentlichen aus einer Armatur zur Prüflingsmontage sowie dem Druckgenerator und der Messdatenerfassung. Software automatisiert den Kalibriervorgang, erstellt das Kalibrierprotokoll und archiviert die Daten.

Das System liefert entsprechend ANSI B88.1 niedrige, transiente Druckimpulse (bis 1 MPa) an den zu prüfenden Sensor. Mit Hilfe der Messung werden Sensorempfindlichkeit, Linearität und Entladungszeitkonstante ermittelt

Spezifikationen

Leistungsdaten	
Kalibrierdruckbereich	35 ... 1000 kPa
Druckschrittanstiegszeit (nominal)	5 ms
Manometerbereich (FS)	0 ... 1,0 MPa
Genauigkeit	0,2 %FS
Abmessungen (LxHxB)	560 x 610 x 610 mm
Gewicht	23 kg



Modell 9155D-903



9155-ERWEITERUNGEN

KALIBRIERUNG VON DRUCKSENSOREN – MITTELDRUCK

9155D-907

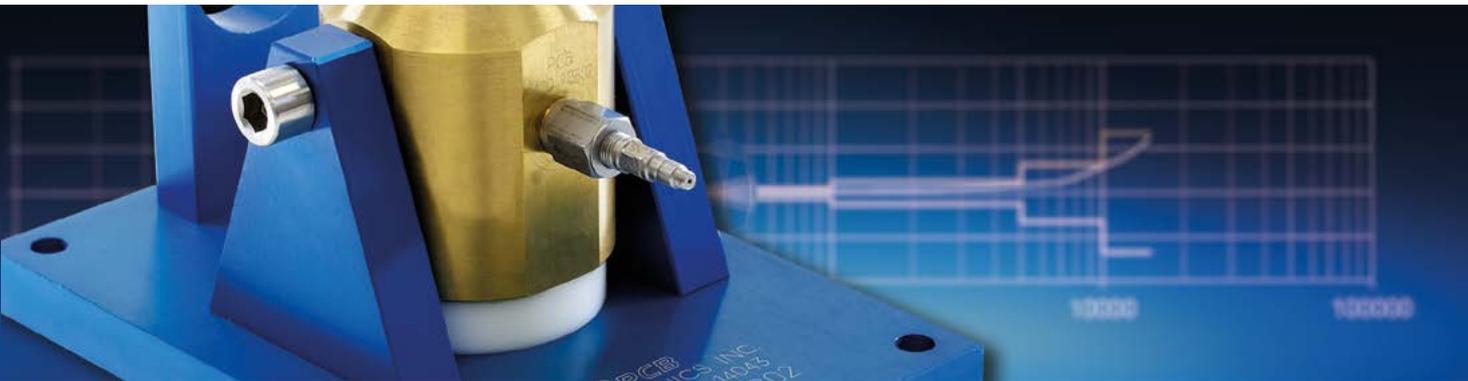
Die Erweiterung **9155D-907** ermöglicht mit Hilfe eines Aronson-Druck-Aktuators die dynamische Kalibrierung von Sensoren im Druckbereich bis 7 MPa.



Modell 9155D-907

Spezifikationen

Leistungsdaten	
Druckstufenamplitude	0,7 ... 7 MPa
Stufenanstiegszeit	≤ 5 μs
Max. Reservierungsdruck	13,8 MPa
Arbeitsmedium	Nicht korrosives Gas (z.B. Helium)
Verschlussmechanismus	Tellerventil (offen oder geschlossen)
Maximaler Sensor-Durchmesser	25,4 mm
Triggersignal-Generator	Aufprallsensor (Auslösung der Aufzeichnung)
Material	Edelstahl und Aluminium
Gasdruck-Steuerungen	jeweils manuelle Ventile vom Typ 316L
Gas-Zugangsanschlüsse	2 AN-Anschlüsse von Swagelok®; 1 für Gasdruck- und Vakuumquellen; 1 für externe statische Referenzmanometer
Durchmesser, Höhe	305 x 533 mm
Gewicht	34 kg



KALIBRIERUNG VON DRUCKSENSOREN – HOCHDRUCK 9155D-913

Mit Hilfe der Erweiterung **9155D-913** wird die Kalibrierung von dynamisch messenden Drucksensoren im Druckmessbereich zwischen 1 ... 100 MPa durchgeführt. Der Referenzdrucksensor des Systems beinhaltet ein Sensorelement aus hochstabilem Turmalin. Durch die gleichzeitige Druckimpulsbeaufschlagung des Prüflings (SUT) sowie des Referenzsensors mit gleicher Amplitude, wird die Empfindlichkeit bestimmt. Durch die Variation der Amplitude kann auch darüber hinaus auch die Linearität des SUT ermittelt werden. Die Kalibrierergebnisse werden in einem ISO 17025-konformen Zertifikat dargestellt.



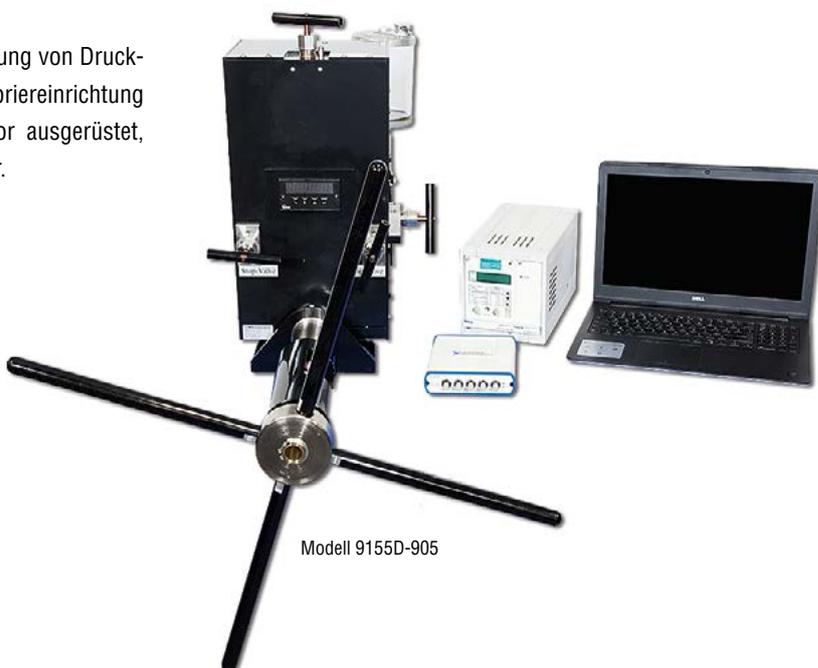
Modell 9155D-913

KALIBRIERUNG VON DRUCKSENSOREN – ULTRAHOCHDRUCK 9155D-905

Die Erweiterung **9155D-905** ermöglicht die Kalibrierung von Drucksensoren bis 550 MPa. Standardmäßig ist die Kalibriereinrichtung mit einem manuell zu betätigenden Druckgenerator ausgerüstet, eine automatisierte Version ist auf Anfrage verfügbar.



Drucksensor
der Serie PCB-117



Modell 9155D-905



9155-ERWEITERUNGEN

MIKROFON-DRUCKKAMMER-KALIBRIERUNG 9155D-917

Top-Features

- Vergleichskalibrierung in weitem Frequenzbereich
- Passend für ½- und ¼-Zoll Mikrofone
- Einfache Handhabung
- Internationaler Standard IEC 61094-5:2016-12

Mit der Erweiterung **9155D-917** können Präzisionsmessmikrofone sowie Array-Mikrofone gemäß IEC 61094-5:2016-12 in einem Frequenzbereich von 20 Hz bis 10 kHz kalibriert werden.

Beide Mikrofone „hören“ dasselbe akustische Signal, welches von einem internen Aktuator generiert wird. Durch Vergleichen der Ausgangssignale von Referenz- und Testmikrofon kann die Druckempfindlichkeit des Testmikrofons anhand eines Übertragungskoeffizienten berechnet werden.

Der Kalibrator ist so konstruiert, dass das Schutzgitter über der empfindlichen Mikrofonmembran, während des Kalibriervorgangs auf dem Mikrofon verbleiben kann. Dadurch lassen sich auch Mikrofone mit festem Schutzgitter in diesem Vergleichskalibrator prüfen.

Spezifikationen

Leistungsdaten	
Frequenzbereich	20 Hz ... 10 kHz [1]
Genauigkeit	±0,5 dB
Quersignal für 1 Pa Ausgang (250 Hz)	2,6 mV
Quersignal für 1 Pa Ausgang (1 kHz)	Nicht korrosives Gas (z.B. Helium)
Quersignal für 1 Pa Ausgang (10 kHz)	3,2 mV
Verzerrung (%THD, 250 Hz, 94 dB SPL)	500 mV
Physikalische Spezifikationen	
Max. Eingangsspannung	2 V
Einsatztemperaturbereich	4 ... 50 °C
Lagertemperatur	-40 ... 80 °C
Gehäusematerial	Aluminum
Abmessungen (L x B x H)	119 x 41 x 41 mm
Eingangsbuchse	BNC



Mikrofon-Vergleichskalibrator
TMS-9917C



PRIMÄR- UND SEKUNDÄR-KALIBRIERUNG 9155D-575

Top-Features

- PTB- und NIST-rückführbare Primär- und Sekundärkalibrierung
- Hohe Genauigkeit durch Dopplerlaser
- Einfache Handhabung und Einrichtung
- Automatisiertes Kalibrierverfahren mit bis zu 200 Frequenzen

Mit der Erweiterung **9155D-575** werden Kalibrierungen mit geringen Messunsicherheiten (ISO 16063-11:1999-12) durchgeführt. Somit sind Primärkalibrierungen mit Hilfe des Laserinterferometer möglich sowie Sekundärkalibrierungen über einen Referenzbeschleunigungssensor im Back-to-Back-Verfahren (ISO 16063-21:2016-08). Das System verwendet ein Michelson-Interferometer zur Messung des Abstandes zur Kalibrierplattform. Die Differenz wird direkt aus dem Laser-Doppler-Signal demoduliert. Das Ergebnis ist eine Primärkalibrierung ermittelt über die Wellenlänge des verwendeten Lasers (He-Ne). Die Erweiterung -575 erfordert den Air-Bearing-Shaker (9155D-831), mit dem Kalibrierungen bis zu 20 KHz durchgeführt werden können.



Spezifikationen

Leistungsdaten	
Frequenzbereich	0.1 ... 20 kHz
Erweiterte Messunsicherheit bei Verwendung eines Niederfrequenz-Shakers ^{[2] [3]}	0,1 Hz ≤ f < 0,5 Hz 0.9% [1]
	0,5 Hz ≤ f ≤ 10 Hz 0.3%
Erweiterte Messunsicherheit bei Verwendung eines Hochfrequenz-Shakers ^{[2] [3]}	5 Hz 1.0%
	(5 < f < 100) Hz 0.5%
	100 Hz, 159 Hz 0.2%
	(159 < f ≤ 1.000) Hz 0.5%
	(1.000 < f ≤ 5.000) Hz 0.7%
	(5.000 < f ≤ 15.000) Hz 1.5%
(15.000 < f ≤ 20.000) Hz 2.0%	
Kalibriermethode	Primär, gemäß ISO 16063-11 Methode 3 Sekundär, Back-to-Back, gemäß ISO 16063-21
Laser Interferometer	He-Ne, Doppelpass, Michelson Interferometer
Spot Durchmesser	3 mm
Messungen	Empfindlichkeit, Phase
Sensoreingang ^[4]	ICP®/IEPE, Ladung, Spannung, Kapazitiv ^[4] , Piezoresistiv ^[4]
Sensortypen	Beschleunigung, Geschwindigkeit ^[5]
Anregung	Sinus
Beschleunigungsstufen ^[6]	10 ... 100 m/s ²
Kalibrierdatenverwaltung	Ja
Automatische Pass-/ Fail-Klassifizierung	Ja
Messeinheiten	Englisch, Metrisch

[1] Ungeprüft.

[2] Typisch, bestimmt unter Verwendung des Abdeckungsfaktors k=2 für ein 95%-Konfidenzintervall.

[3] Phasenunsicherheit verfügbar.

[4] Optionale Funktionen fügen spezielle Signalaufbereitungseinheiten hinzu, um den Beschleunigungssensortyp zu unterstützen.

[5] Die optionale Softwarefunktion unterstützt Geschwindigkeitseinheiten und konstanten Geschwindigkeitsdurchlauf.

[6] Niederfrequenzbeschleunigungsstufen sind Hub begrenzt (10 mm für K394B31, 255 mm für 2129E025)



PCB Service-Plan
Systemkalibrierung
 Personalschulung
Software-Updates
 Wartung
Sofort-Reperatur

EINSATZSICHERHEIT DURCH KONTINUIERLICHEN SERVICE

SERVICE-PLAN ZUR INSTANDHALTUNG DES KALIBRIERSYSTEMS

Leistungen der Service-Optionen:

- Erweiterte Gewährleistung
- Jährliche Kalibrierung des Systems
- Software-Aktualisierung
- Geräteleihstellung im Servicefall
- Optionale Teilnahme an einem Ringtauschprogramm (ILC)

Durch Abschluss eines Service-Plans wird die Gewährleistung der Systemkomponenten verlängert und damit der kontinuierliche und reibungslose Betrieb des Kalibriersystems über die Vertragslaufzeit gesichert. Darüber hinaus beinhaltet der Service-Plan die Wartung vor Ort für Hard- und Software sowie die Personalschulung. Im Bedarfsfall werden Systemkomponenten zeitnah von PCB® zur Verfügung gestellt, so dass keine Ausfallzeiten entstehen.

Optional ist die Teilnahme an einem Ringtauschprogramm (ILC) möglich, eine Voraussetzung für eine ISO 17025-Akkreditierung.

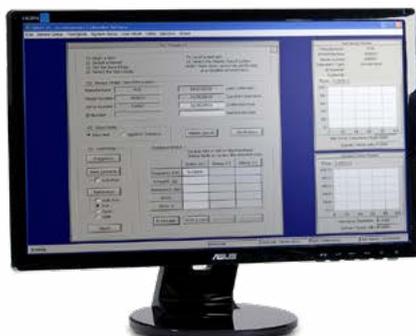
Inhalt	1 Jahr	3 Jahre (Rabatt)
Sekundärkalibrierung	9155-SP1	9155-SP3
Primärkalibrierung	9155-SPP1	9155-SPP3

9155-SP1: 1-Jahres-Plan für Sekundärkalibrierung

9155-SP3: 3-Jahres-Plan für Sekundärkalibrierung

9155-SPP1: 1-Jahres-Plan für Primärkalibrierung

9155-SPP3: 3-Jahres-Plan für Primärkalibrierung



Spezifikationstabelle*

Leistungsdaten		
Frequenzbereich	5 Hz ... 15 kHz mit 9155D-830 Air-Bearing Shaker 5 Hz ... 20 kHz mit 9155D-831 Air-Bearing Shaker 0,5 ... 500 Hz mit 9155D-771 Niederfrequenz-Shaker 0,1 ... 500 Hz mit der 9155D-779 Niederfrequenz-Shaker	
Messunsicherheit ^[1] ^[2] (typisch)	1,7 % (5 ... 9 Hz) 1,2 % (10 ... 99 Hz) 0,75 % (100 Hz) 1,0 % (101 ... 920 Hz) 1,4 % (921 ... 5.000 Hz) 1,9 % (5.001 ... 10.000 Hz) 2,2 % (10.001 ... 15.000 Hz) 2,8 % (15.001 ... 20.000 Hz)	
Kalibrierdauer (max., ohne Montage)	<90 Sekunden ^[3]	
Kalibriermethode	Back-to-Back Vergleichsmessung gemäß ISO 16063-21	
Messungen	Empfindlichkeit, Amplitude, Phase, Bias-Spannung, Resonanz ^[6] , Linearität ^[6] , Stoß/Schock ^[6]	
Unterstützte Sensortypen	DC-Offset, Sensoren mit Widerstandsbrücken, ICP®/IEPE-, Ladung, Spannungs, Kapazitiv ^[4] , Piezoresistiv ^[5] , CVLD	
Messgrößen	Beschleunigung, Schwinggeschwindigkeit ^[6]	
TEDS-Unterstützung	IEEE 1451.4 ^[6] , IEEE P1451.4	
Anregung	Gestufte Sinuskurve, Mehrfachsinus	
Beschleunigungslevel ^[7]	1 ... 100 m/s ² (Peak)	
Kalibrierdatenmanagement	Ja	
Automatisierte Gut-/Schlecht-Klassifizierung	Ja	
Verfügbare Einheiten	Metrisch, Imperial	
Versorgungsspannung	240 V, 48 ... 62 Hz	
Referenzsensor	830 Air-Bearing Shaker	831 Air-Bearing Shaker
Type	ICP®/IEPE	ICP®/IEPE
Empfindlichkeit	10 mV/g	10 mV/g
Frequenzbereich	5 Hz ... 15 kHz	5 Hz ... 20 kHz
Resonanzfrequenz	> 70 kHz	> 70 kHz
Testsensor Montagebohrung	1/4-28 UNF	1/4-28 UNF (10-32 optional)
9155 Basissystem		
Kalibriersoftware, Datenerfassungshardware, PC, Tastatur und Maus, Monitor, Drucker, verschiedene Montageadapter, Systemüberprüfungssensor, Datenbankssoftware, Verfahren für das Unsicherheitsbudget		

Optionen Signalumformer	
9155D-442	Versorgung ICP®/IEPE-Sensoren Sensorversorgung Modul PCB-442A102
9155D-443	Versorgung von ICP®/IEPE- und Ladungssensoren Dual-Mode Ladungsverstärker Modul PCB-443B101
9155D-445	Versorgung kapazitive Sensoren Sensorversorgung Modul PCB-445A101, Verstärkungsfaktoren 1x, 10x und 100x
9155D-478	Versorgung piezoresistive Sensoren Sensorversorgung Modul PCB-478A30, 1/4-, 1/2- sowie Vollbrücke
Optionen Aktuatoren	
9155D-525	Stoß-/Schock-Kalibrierung Kalibrierung von Schocksensoren von 200 ... 100.000 m/s ²
9155D-575	Primär-Laser-Kalibrierfunktion nach ISO 16063-11
9155D-771	Langhub-Shaker Kalibrierung im Frequenzbereich 0,5 ... 500 Hz, inkl. Referenzsensor
9155D-779	Langhub-Shaker Kalibrierung im Frequenzbereich 0,1 ... 500 Hz, inkl. optischem Referenzsensor
9155D-830	K394B30 Air-Bearing-Shaker Kalibrierung von Beschleunigungssensoren im Frequenzbereich 5 Hz ... 15 kHz
9155D-831	K394B31 Air-Bearing-Shaker Kalibrierung von Beschleunigungssensoren im Frequenzbereich 5 Hz ... 20 kHz
9155D-875	Elektrodynamischer Shaker Kalibrierung schwerer Beschleunigungssensoren im Frequenzbereich 5 Hz ... 10 kHz
Optionales Zubehör (Auszug)	
9155D-160	Werkzeugset Drehmoment-Schlüssel, Schraubendreher, Maulschlüssel, etc.
9155D-400	TEDS-Option Automatisierte Aktualisierung der Kalibrierdaten auf TEDS-Sensoren; unterstützt werden die Formate IEEE1451.4 sowie P1541.4 (Option 9155D-443 erforderlich)

HINWEIS:

Hier ist nur ein Teil der möglichen Optionen für das Kalibriersystem Modell 9155 aufgeführt. Weitere Optionen für die Kalibrierung von Beschleunigungs- und Drucksensoren, Mikrofone und Impulshämmer sowie Zubehör sind verfügbar.

^[1] Abhängig von dem verwendeten Shaker und den jeweiligen Umgebungsbedingungen

^[2] Beste Messunsicherheit mit Option 9155D-C830P oder 9155D-C831P

^[3] 10 Hz ... 20 kHz bei 1/3 Oktave

^[4] Kapazitive Sensoren werden durch die Basissoftware unterstützt; Kapazitiver Signalumformer als Option -445 erhältlich

^[5] Piezoresistive Sensoren werden durch die Basissoftware unterstützt; Signalumformer als Option -478 erhältlich

^[6] Optionales Zubehör

^[7] Abhängig vom Shaker-Modell, begrenzt durch Hub- und Tragfähigkeit

- Option -501 unterstützt 400 m/s² (Peak) sinusförmig

- Option -525 mit PneuSchock-Aktuator unterstützt bis 100.000 m/s² (Peak)

* Änderungen vorbehalten. Die kompletten Spezifikationen entnehmen Sie bitte dem jeweiligen Datenblatt.

