



SENSOREN MIT ZULASSUNGEN FÜR ANSPRUCHSVOLLE EINSATZUMGEBUNGEN

Beispiele zum Explosionsschutz ATEX und funktionaler Sicherheit (SIL)



Explosionsschutz
ATEX Richtlinie 2014/34/EU
Funktionale Sicherheit
IEC 61508
Vibrationssensoren
Schwingungstransmitter
Drucksensoren







Die Erfassung von Maschinenbetriebszuständen, wie Schwingungen und Drücke, sowie die Auswertung dieser Messdaten, ermöglichen die Erkennung von Unregelmäßigkeiten und entstehenden Schäden. Überwachungslösungen helfen die Betriebssicherheit der Anlage zu steigern und verbessern die Produktionseffizienz. Erforderliche Wartungsarbeiten können vorausschauend geplant werden.

Lösungen bieten hier die Sensoren von PCB Piezotronics und Setra Systems, welche ein weites Portfolio über den Standard hinaus bieten: Sensoren mit EX-Zulassung für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen und SIL2-konforme Sensoren.

EINLEITUNG

Die vorliegende Broschüre ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in zwei wesentliche Bereiche aufgeteilt: Explosionsschutz (EX) und Funktionale Sicherheit (SIL).

Einleitung	3
Explosionsschutz	4
Funktionale Sicherheit – SIL2	8
Sensorlösungen	14
Zubehör	19

EINLEITUNG UND KENNZEICHNUNG EXPLOSIONSGEFÄHRDETER BEREICHE		EINLEITUNG IN EXPLOSIONSGRUPPEN UND TEMPERATURKLASSEN	
Zone	Kennzeichnung	Explosionsgruppe	Temperaturklasse
Zone 0	II 2 G Ex db	IA	T1-185°C
Zone 1	II 2 D Ex tb	IB	T2-300°C
Zone 2	II 2 G Ex db	IC	T3-300°C
Zone 20	II 2 G Ex db	IIA	T4-100°C
Zone 21	II 2 D Ex tb	IIIB	T5-100°C
Zone 22	II 2 G Ex db	IIIC	T6-100°C
Zone 23	II 2 G Ex db	IIIC T80°C	T8-85°C

CE	0158	II 2 G Ex db	II 2 D Ex tb	IIIC T80°C	IIIC	T6	Gb	NB 12 ATEX 1
Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz
Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz	Übersicht über Explosionsschutz





EXPLOSIONSSCHUTZ

Auslösend durch das im Steinkohlenbergbau auftretende Methan und den Kohlenstaub entwickelten sich die ersten Grundlagen für den elektrischen Explosionsschutz. Durch Aufarbeitung der Störfälle wurde schnell klar, dass Maßnahmen zum Explosionsschutz wie folgt zu treffen sind:

- Explosionsfähige Atmosphären verhindern
- Das Entzünden explosionsfähiger Atmosphären verhindern
- Die Auswirkung von Explosionen auf ein unbedenkliches Maß beschränken

Nachdem der klassische Bergbau weitestgehend der Vergangenheit angehört, stellt sich die Frage nach den heutigen Anwendungen und Forderungen. Diese finden sich schnell im Umfeld der Chemischen- und Prozess-Industrie sowie im kommunalen

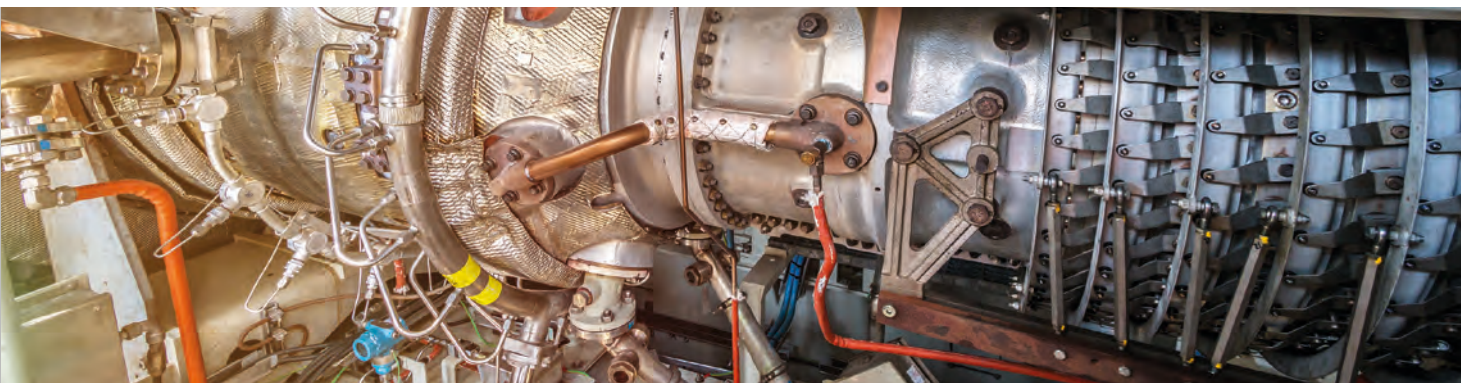
Umfeld, wie etwa bei Kläranlagen oder Pumpstationen, welche unterflur installiert sind. Auch ein Blick in das betriebliche Explosionsschutzdokument gibt Auskunft darüber, welche Bereiche dem Ex-Schutz unterliegen.

Aufgaben zur Erstellung des Explosionsschutzdokumentes sind:

- Explosionsgefährdungen ermitteln und einer Bewertung unterziehen
- Explosionsschutzkonzept erstellen, Explosionsschutzzonen definieren
- Explosionsschutzmaßnahmen festlegen
- Überprüfung technischer Schutzmaßnahmen und welche Prüfungen zum Explosionsschutz durchzuführen sind.

Damit Explosionen in atmosphärischer Luft stattfinden, müssen in der Regel drei Faktoren zusammenkommen:





RICHTLINIEN

ATEX-RICHTLINIE 2014/34/EU

Europäische Richtlinie, weltweit anerkannt – gilt für alle Produkte, die in explosionsgefährdeten Bereichen verwendet werden und ist für alle EG-Mitgliedsstaaten verpflichtend. Gilt in einigen asiatischen Ländern als Basis für nationale Zertifikate.



IECEX

Weltweite Gültigkeit – ausgenommen Europa und USA – ein internationales Verfahren zur Zertifizierung von Betriebsmitteln, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden.



NEC/CEC

Nationale Vorschriften zum Explosionsschutz für Nordamerika (NEC) und Kanada (CEC), welche sich in Teilbereichen von der IEC unterscheiden.

UL

Die „Underwriters Laboratories“ sind eine unabhängige Organisation, die gemäß gültigen US-Produktsicherheitsanforderungen Produkte auf ihre Sicherheit überprüfen.



1999/92EG, BetrSichV UND ProdSV

Die Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können. In Deutschland erfolgt die Umsetzung der Richtlinie durch zwei Verordnungen (Explosionsschutzverordnung ExVO und Betriebssicherheitsverordnung BetrSichV).




In den meisten Ländern gelten gesetzliche oder vergleichbare Regelungen für Bereiche, in denen Explosionsgefahr besteht, welche zur Schädigung von Personen oder der Umwelt führen können.

RICHTLINIEN

Die Kennzeichnung der zugelassenen Bauteile ist in Abhängigkeit der anzuwendenden Norm oder Richtlinie eindeutig definiert und muss auf dem Bauteil angebracht sein und auf der dazugehörigen Doku-

mentation stehen. Am Beispiel der Kennzeichnung eines elektrischen Bauteils, entsprechend der seit dem 31.10.2019 gültigen ATEX-Richtlinie 2014/34/EU, wird dies im Nachfolgenden dargestellt.

	1	8	2	3	4	5	6	7
	II	2	D	Ex	tb	IIIC	T130 °C	Db
Kennzeichnung gemäß Richtlinienanforderungen			Kennzeichnung gemäß normativer Anforderungen					

Die Kennzeichnungen 1 bis 8 stehen für:

- **1** Gerätegruppe I oder II
- **2** Art der explosionsfähigen Atmosphäre
 - G** – Gemisch von Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebel
 - D** – Staub-Luft-Gemische
- **3** Das Symbol „Ex“ zeigt an, dass das Gerät einer oder mehreren Zündschutzarten entspricht
- **4** Zündschutzarten elektrisch (hier Staubexplosionsschutz; Schutz durch Gehäuse)
- **5** Gruppen (IIIA Brennbare Flüssigkeiten; IIIB Nicht leitfähiger Staub; IIIC Leitfähiger Staub)
- **6** Im Staub-Ex-Bereich wird direkt die maximale Oberflächentemperatur angegeben
- **7** Equipment Protection Level (EPL); EPL „Db“ entspricht der Kategorie 2D
- **8** Gerätekategorien
 - Gerätekategorie 1: Sehr hohes Maß an Sicherheit – Einsatz in Zonen 0/20, 1/21, 2/22 möglich
 - Gerätekategorie 2: Hohes Maß an Sicherheit – Einsatz in Zonen 1/21, 2/22 möglich
 - Gerätekategorie 3: Normalmaß an Sicherheit – Einsatz in Zonen 2/22 möglich

	0158		II	2	G	Ex	db	IIIC	T6	Gb	NB 12 ATEX 1007 X
			II	2	D	Ex	tb	IIIC	T80°C	Db	
↑											

ÜBERSICHT SENSOREN

Sensoren, die für den Einsatz in explosiven Umgebungen zugelassen sind:

Modelle	ATEX				IECEx				CSA / ETL			SIL II
	Ia	Ic	nA	d	Ia	Ic	nA	d	Ia	Ic	nA	
ICP®-/IEPE-Beschleunigungssensoren												
EX602-Serie (einschließlich Modelle mit M und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX603-Serie (einschließlich Modelle mit M und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX604-Serie (einschließlich Modelle mit M Option)		✓	✓			✓	✓			✓	✓	✓
EX606-Serie (einschließlich Modelle mit M und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX607-Serie (einschließlich Modelle mit M und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX608-Serie (einschließlich Modelle mit M und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX621-Serie (einschließlich Modelle mit M Option)	✓				✓				✓			✓
EX622-Serie (einschließlich Modelle mit HT, M, TO und VO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX623-Serie (einschließlich Modelle mit HT, M, TO und VO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX625-Serie (einschließlich Modelle mit HT, M, TO und VO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX628-Serie (einschließlich Modelle mit HT, M, TO und VO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX630-Serie (einschließlich Modelle mit M Option)		✓	✓							✓		
EX639-Serie (einschließlich Modelle mit M Option)									✓			
Beschleunigungssensoren mit Ladungsausgang												
Model EX356A73	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX357B71 und EX357B72	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX357E90, EX357E91, EX357E92 und EX357E93	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX357E94 und EX357E95	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX600B13 und EX600B14	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX611A00	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX615A42	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Model EX619A11	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Ladungsverstärker												
Model EX682A40	✓		✓		✓		✓		✓			
ICP®-/IEPE-Drucksensoren												
102-Serien (nur Modelle 102A43, 102A44 und 102A45)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
121-Serien (nur Modelle 121A41, 121A44 und 121A45)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
Drucksensoren mit Ladungsausgang												
176A-Serien (nur Modelle 176A02, 176A03 und 176A05)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
176M-Serien (nur Modelle 176M03, 176M07, 176M09 und 176M12)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
Vibrationsschalter												
685B-Serie (nur Modelle mit C1 Gehäuse)				✓				✓				
EX686B-Serie									✓			
EX686BxxD-Serie				✓				✓				
Vibrationstransmitter												
EX640-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX640xxD-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV und TO Option)				✓				✓				✓
EX641-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX641xxD-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV und TO Option)				✓				✓				✓
EX642-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX643-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX645-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX645xxD-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV und TO Option)				✓				✓				✓
EX646-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX646xxD-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV und TO Option)				✓				✓				✓
EX647-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX648-Serie (inkludiert Modelle mit M, RV, RVVO und TO Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓
EX649-Serie (inkludiert Modelle mit M Option)	✓		✓		✓		✓		✓		✓	✓



FUNKTIONALE SICHERHEIT

SICHERHEITS-INTEGRITÄTSLEVEL SIL

In der Regel werden die Sicherheitsanforderungen für Mensch, Anlagen und Umwelt nach dem bestmöglichen Stand der Technik gesetzlich gefordert. Der Maßstab ist die IEC 61508* (Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer, elektronischer, programmierbarer elektronischer Systeme).

Die IEC 61508 beschreibt sowohl die Art der Risikobewertung als auch die Maßnahmen zur Auslegung entsprechender Sicherheitsfunktionen von Sensoren, Logikverarbeitung bis hin zum Aktor bezüglich „Fehlervermeidung“ (systematische Fehler) und „Fehlerbeherrschung“ (zufällige Fehler).

Seit dem 01.08.2004 sind mit der DIN EN 61508 (VDE 803) und der DIN EN 61511 (VDE810) zwei bedeutende internationale Normen in Kraft getreten. Für die Konkretisierung und praktische Umsetzung gibt es in Deutschland zusätzlich die VDI/VDE- und NAMUR-Richtlinien (VDI/VDE 2180Teil 1-5, NE31, NE79, NE93, NE106, NE130).

EINFÜHRUNG DER DIN EN 61508 UND DIN EN 61511

Neben der Eignung der einzelnen Komponenten für den ermittelten SIL fordert die Norm einen quantitativen Nachweis für das verbleibende Risiko. Dies erfolgt durch eine Berechnung der gefährlichen Versagenswahrscheinlichkeit (PFD, Probability of Failure on Demand) für die komplette PLT-Schutzeinrichtung (SIL-Loop), bestehend aus Sensor, Signalaufbereitung, Steuerung (z. B. SPS) und Aktor (z.B. Ventil).



Die Versagenswahrscheinlichkeiten aller Einzelkomponenten werden dazu bei einkanaligen Schutzeinrichtungen addiert. Die Prozess- und Fertigungsindustrien unterscheiden sich in den Anforderungen an eine PLT-Schutzeinrichtung. Während in der Fertigungsindustrie (Maschinensicherheit) eine hohe bzw. kontinuierliche Anforderungsrate (High Demand Mode) an das Sicherheitssystem besteht, geht man in der Prozessindustrie von einer niedrigeren Anforderungsrate (Low Demand Mode), nicht häufiger als einmal pro Jahr, aus.

		W1	W2	W3	
Start	S1	-	-	-	
	A1	G1	SIL 1	-	-
		G2	SIL 1	SIL 1	-
	A2	G1	SIL 2	SIL 1	SIL 1
		G2	SIL 3	SIL 2	SIL 1
	S3	A1	SIL 3	SIL 3	SIL 2
		A2	SIL 4	SIL 3	SIL 3
	S4	-	SIL 4	SIL 3	

Schadensausmaß (S)

- S1:** leichte Verletzung einer Person oder kleinere schädliche Umwelteinflüsse, die z.B. nicht unter die Störfall V fallen.
- S2:** schwere, irreversible Verletzung einer oder mehrerer Personen, Tod einer Person oder vorübergehende größere schädliche Umwelteinflüsse, z.B. nach Störfall V.
- S3:** Tod mehrerer Personen oder lang andauernde größere schädliche Umwelteinflüsse, z.B. nach Störfall V.
- S4:** katastrophale Auswirkung, sehr viele Tote.

Aufenthalt im Gefahrenbereich (A)

- A1:** selten bis öfter
- A2:** häufig bis dauernd

Gefahrenabwendung (G)

- G1:** möglich unter bestimmten Bedingungen
- G2:** kaum möglich

Eintrittswahrscheinlichkeit (W)

- W1:** sehr gering
- W2:** gering
- W3:** relativ hoch

POSTER ZUM HERAUSTRENNEN

| KENNZEICHNUNG EXPLOSIONSGESCHÜTZTER
BETRIEBSMITTEL NACH ATEX 2014/34/EU |



| KENNZEICHNUNG EXPLOSIONSGESCHÜTZTER BETRIEBSMITTEL NACH ATEX 2014/34/EU |

EINTEILUNG UND KENNZEICHNUNG EXPLOSIONSGEFÄHRDETER BEREICHE

Brennbare Stoffe	Temperäres Verhalten brennbarer Stoffe im Ex-Bereich Explosionsfähiges Medium	Einteilung explosionsgefährdeter Bereiche	Kennzeichnung der Betriebsmittel		Geräte-schutz-niveau (EPL)
			Geräte-gruppe	Geräte-kategorie	
Gase Nebel Dämpfe	ist ständig, langfristig oder häufig vorhanden	Zone 0	II		Gc
	tritt gelegentlich auf	Zone 1	II	1G	Ga Gb
	tritt wahrscheinlich nicht auf, und wenn, dann nur selten oder kurzzeitig	Zone 2	II		3G Gc
Stäube	ist ständig, langfristig oder häufig vorhanden	Zone 20	II		Dc
	tritt gelegentlich auf	Zone 21	II	1D	Da Db
	tritt durch aufgewirbelten Staub wahrscheinlich nicht auf, bzw. selten/kurzzeitig	Zone 22	II	2D	3D Dc

Notifizierte Stellen	
Kenn-nummer	Notifizierte Stelle
0102 0158	PTB (Deutschland) EXAM (Deutschland)

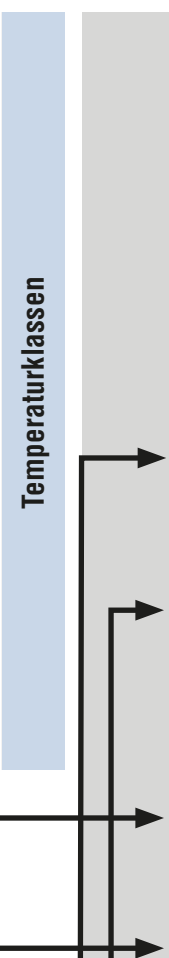
Beispiel

EINTEILUNG IN EXPLOSIONSGRUPPEN UND TEMPERATURKLASSEN

Explosions-gruppe	Verschiedene Beispiele in Abhängigkeit der - Explosionsgruppe - Temperaturklasse					
	IIA	Ammoniak Methan Ethan Propan	Ethylalkohol Cyclohexan n-Butan	Benzin Diesel Heizöl n-Hexan	Acetaldehyd	
IIB						
IIC	Stadtgas Acrylnitril	Ethylen Ethylenoxid	Ethylglycol Schwefel-wasserstoff	Ethylether		Schwefel-kohlenstoff
	Wasserstoff	Acetylen				

T1 < 450 °C	T2 < 300 °C	T3 < 200 °C	T4 < 135 °C	T5 < 100 °C	T6 < 85 °C
Anmerkung: Die Liste ist nur ein Auszug explosionsfähiger Stoffe!					

Einsetzbarkeit des Betriebsmittels bei Temperaturklassen T1 bis T6. Die Temperaturklasse zeigt die höchstzulässige Oberflächentemperatur des Betriebsmittels. Beim Staubexplosionsschutz wird die max. Oberflächentemperatur direkt angegeben. (z.B. T80 °C)



POSTER ZUM HERAUSTRENNEN

**| KENNZEICHNUNG EXPLOSIONSGESCHÜTZTER
BETRIEBSMITTEL NACH ATEX 2014/34/EU |**



SIL-LOOP

BEWERTUNG DES KOMPLETTEN SICHERHEITSSYSTEMS

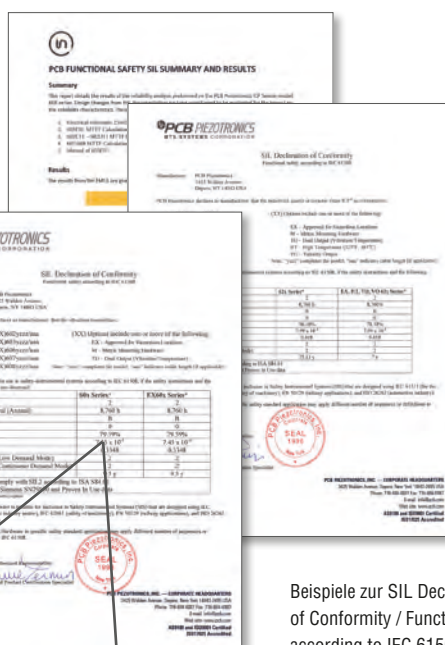
Der Eignungsnachweis einer PLT-Schutzeinrichtung wird über die Eignung der einzelnen Komponenten (Safe Failure Fraction [SFF], Hardware Fault Tolerance [HFT]) und die abschließende Berechnung der Versagenswahrscheinlichkeit [PFDavg] des gesamten Sicherheitskreises – bestehend aus Sensor, Steuerung und Aktor – erbracht.

Die Ausfallwahrscheinlichkeit der gesamten Sicherheitskette ergibt sich im einfachsten Fall (einkanalig) aus der Addition der Ausfallwahrscheinlichkeiten der einzelnen Komponenten.

PFDavg (Kreis)

- PFDavg (Sensor)
- PFDavg (Logik)
- PFDavg (Aktor)

Die jeweiligen PFDavg-Werte liefert in der Regel der Gerätehersteller.



Beispiele zur SIL Declaration of Conformity / Functional safety according to IEC 61508

... that the vibration transmits...

(XX) Options include one of the following:
 EX – Approved for Hazardous Locations
 M – Metric Mounting Hardware
 TO – Dual Output (Vibration/Temperature)
 Note: "yyyy" completes the model, "aaa" indicates cable length.

... are suitable for use in safety-instrumented systems according to IEC 61508, if the safety instructions and the following parameters are observed:

Parameter	60x Series*	EX60x Series*
SIL	2	2
Proof Test Interval (Annual)	8,760 h	8,760 h
Device Type	B	B
HFT	0	0
SFF	79.59%	79.59%
PFD _{AVG} ¹	7.45 x 10 ⁻⁵	7.45 x 10 ⁻⁵
λ _{du} x 10 ⁻⁶	0.3348	0.3348
SIL Capability (Low Demand Mode)	2	2
SIL Capability (Continuous Demand Mode)	2	2
MTTF ²	9.5 y	9.5 y

The values comply with SIL2 according to ISA S84.01
 According to Siemens SN29500 and Proven In Use data
 with or without the M (metric) option

... sensor hardware is suitable for inclusion in Safety Instrumented Systems (SIS) that are designed to meet the requirements of the process industry sector, IEC 62061 (safety of machinery), EN 50129 (railway applications) and the process industry sector.

... of SIL. Hardware in specific safety standard application may apply different numbers in IEC 61508.

... representative:

PCB Piezotronics, Inc. SEAL 1996



SENSORLÖSUNGEN

ICP®-BESCHLEUNIGUNGSSENSOREN FÜR DEN SERIENEINSATZ

Low-Cost-Sensoren mit ICP®-/IEPE-Technik werden eingesetzt, wenn eine große Anzahl Messstellen kontinuierlich überwacht werden soll und dabei eine Auswertung des Vibrationspektrums erforderlich ist. Der günstige Preis der Sensoren macht den Einsatz für die Überwachung von Motoren aus dem unteren Preissegment wirtschaftlich. Gängige Condition-Monitoring-Systeme verfügen über ICP®-/IEPE-Eingänge, an die die Sensoren direkt angeschlossen werden können.



STANDARDSSENSOREN FÜR VIELKANALANWENDUNGEN

Für Überwachungssysteme mit vielen Eingangskanälen sind Robustheit, Zuverlässigkeit und ein günstiger Sensorpreis von großer Bedeutung. Die Modelle **M603C01** und **M602D01** entsprechen diesen Anforderungen und kommen in solchen Systemen zum Einsatz.

Alternativ steht das **Modell M608A11** mit integriertem Anschlusskabel in **Schutzart IP68** zur Verfügung.



Modell M603C01



Modell M608A11

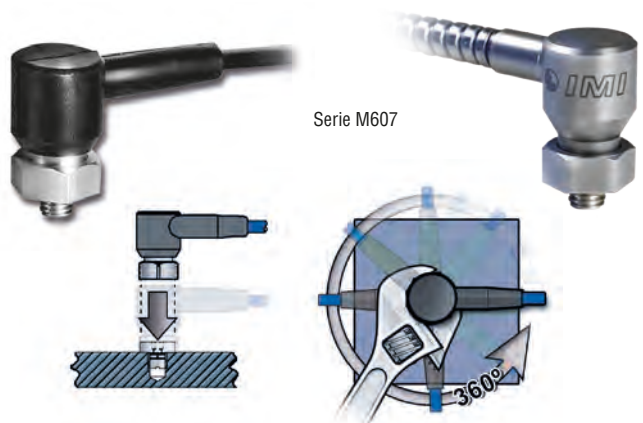


Modell M602D01

SENSOREN MIT PATENTIERTER SWIVELER®-MONTAGE

Damit bei Sensoren mit seitlichem Kabelabgang dessen Orientierung nach Bedarf gewählt werden kann, kommt üblicherweise eine Bauform mit Durchgangsloch zum Einsatz.

Die Sensoren der **Serie M607** gestatten dank der patentierten Swiveler®-Montage auch ohne Durchgangsbohrung eine Ausrichtung des Kabels. Dadurch wird eine kleinere Sensorbauform ermöglicht. Dank des integrierten Anschlusskabels und **Schutzart IP68** sind die Modelle bestens für den Einsatz in industrieller Umgebung gerüstet.





VIBRATIONSTRANSMITTER

Stromschleifengespeiste Vibrationstransmitter ermöglichen eine kostengünstige und permanente Überwachung von Maschinenschwingungen. Sie liefern ein genormtes 4 ... 20 mA-Ausgangssignal, welches proportional zum RMS- oder Spitzenwert der gemessenen Vibrationsamplitude ist. Angeschlossen werden die Transmitter an vorhandene, freie Eingänge einer SPS oder eines Prozessleitsystems. Diese geben dann bei Überschreitung eines voreingestellten Schwingungspegels eine Warnmeldung aus oder schalten im Notfall die Maschine ab.



TRANSMITTER MIT SCHWINGGESCHWINDIGKEITSAUSGANG

In Europa werden insbesondere Transmitter mit Schwinggeschwindigkeitsausgang eingesetzt. Zur Auswahl stehen Modelle mit RMS- oder Peak-Ausgang und verschiedenen Messbereichen. Für eine Schwingungsüberwachung gemäß der ISO 10816 kommen Transmitter der **Serien M641B** mit Anschlussstecker oben und **M643B** mit seitlichem Anschlussstecker zum Einsatz.

Für Anwendungen mit besonderen Anforderungen stehen Vibrationstransmitter mit zusätzlichen Optionen zur Verfügung.

Optionen für Vibrationstransmitter:

- Schwingbeschleunigungsausgang
- Integriertes Anschlusskabel mit Schutzart IP68
- Rohsignalausgang
- Zusätzlicher Temperatursausgang
- Hochtemperatursausführung, einsetzbar bis 121 °C



Modell M641B01



Modell M642A11



Serie M643BX



SENSORLÖSUNGEN

HOCHLEISTUNGSDRUCKSENSOREN VON SETRA SYSTEMS

Die besonderen Herausforderungen für eine präzise und zuverlässige Druckmesstechnik in hydraulischen Anlagen liegen in den häufig rauen Umgebungsbedingungen. Die Drucksensoren von Setra Systems besitzen eine hohe Messgenauigkeit und widerstehen zuverlässig aggressiven Medien, Vibrationen, Temperaturwechseln sowie elektrischen Störfeldern. Dadurch eignen

sich die Druckmessumformer hervorragend für den Einsatz an Pumpen und Ventilatoren. Die zum Einsatz kommenden Differenzdruckmessumformer basieren idealerweise auf einem kapazitiven Messprinzip, welches bei sehr geringen Differenzdrücken gleichzeitig sehr hohen Überdrücken standhält und über eine außergewöhnliche Messbereichsdynamik verfügt.

DRUCKMESSUMFORMER FÜR REINSTAS-ANWENDUNGEN

Diese Druckmessumformer für Über-, Relativ- und Absolutdruck wurden für anspruchsvollste Aufgaben in der Gasversorgung und für Produktionsanlagen in der Halbleiterindustrie entwickelt. Aufgrund ihrer hohen Oberflächengüte und des sehr geringen Totraumvolumens reduzieren sich Kosten und Zeit bei Reinigungsvorgängen, um einen effektiven und reibungslosen Prozess zu gewährleisten.

MODELLE 223, 224, 225, 227

Die Reinstgas-Sensoren von SETRA sind in verschiedenen Bauformen für unterschiedliche Einbauarten verfügbar.

Top-Features

- Genauigkeit bis $\pm 0,25\%$ vom Endwert
- Messbereiche von 170 kPa bis 21 MPa
- Medienberührende Teile aus 316L-Edelstahl und entsprechend SEMASPEC
- Mit ATEX-Zulassung erhältlich
- Einsatz in Gaskabinetts oder Gasverteilungssystemen in der Halbleiter und Solarindustrie



Modell 223



Modell 224



Modell 225



Modell 227

DRUCKSENSOREN ZUR ÜBERWACHUNG DER VERBRENNUNGSDYNAMIK AN GASTURBINEN

Bei der Stromerzeugung sind Zuverlässigkeit, Begrenzung der Schadstoffemission sowie Effizienz und Wirtschaftlichkeit wichtige Anforderungen an eine Gasturbine. Niedrige Stickstoffoxid-Emissionswerte (NOx) können oftmals nur durch die Verwendung von mageren Treibstoffgemischen erreicht werden. Während der Verbrennung können Schwingungen auftreten, die eine Beschädigung der Turbine hervorrufen können. Zur Erkennung der Verbrennungsdynamik werden Drucksensoren in die Brennkammern der Maschine montiert.

Verbrennungsinstabilitäten erfassen und ausregeln

Für diese Anwendung hat PCB Piezotronics, Inc. piezoelektrische Drucksensoren entwickelt, die den extremen Umgebungsbedingungen standhalten und reproduzierbare Messwerte liefern. Die Sensoren der **Serie 176** mit ihrem speziellen UHT-12™ Sensorelement können bei einer Umgebungstemperatur bis 650 °C dauerhaft eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil dieses Sensormaterials ist, dass es bei transienten Temperaturänderungen nur sehr gering rauscht (Popcorn Noise). Eine Beschleunigungskompensation verbessert die Signalqualität beim Einsatz an einer Gasturbine. Der differentiell ausgeführte Ladungsausgang garantiert ein gutes Signal-Rausch-Verhältnis und ist potentialfrei.

Der Nutzen eines Combustion-Monitoring-Systems liegt darin, dass es schnelle und kleine Druckänderungen sicher erfassen kann. Hierbei ist die Reaktionszeit des Drucksensors entscheidend. Mit einer Resonanzfrequenz größer 50 kHz sind die Drucksensoren der **Serie 176** für diese Aufgabe hervorragend geeignet. Die Baureihe ist mit ATEX-Zulassung lieferbar. Für die am Markt vertretenen Turbinentypen gibt es passende Modellvarianten, die einen einfachen Einbau des Drucksensors in die Brennkammern ermöglichen.

Die Messkette funktioniert nur mit dem passenden Verstärker

Ein zu berücksichtigender Punkt bei der Verarbeitung des Messsignals ist, dass der Ausgangswiderstand von piezoelektrischen Sensoren mit zunehmender Umgebungstemperatur deutlich abnimmt. Er kann sich von $\geq 100 \text{ M}\Omega$ bei Raumtemperatur auf bis zu $\leq 10 \text{ k}\Omega$ bei Höchsttemperatur ändern. Die Ladungsverstärkermodelle der **Serie 422M18x** sowie die **Modelle EX682A40** und **EX682M83** sind für diese niedrigen, schwankenden Ausgangswiderstände ausgelegt und bilden eine optimale Ergänzung der Messkette.



EIGENSICHERES MESSMIKROFON

Unter der Modellbezeichnung **EX378B02** steht ein eigensicheres, ATEX-zertifiziertes 1/2-Zoll-Mikrofon zur Verfügung, welches in explosionsgefährdeter Umgebung für Messungen in Gasatmosphäre eingesetzt werden kann. Basis ist das bewährte Freifeld-Mikrofon Modell **PCB-378B02** in ICP®/IEPE-Technik. Applikationen sind beispielsweise die Lecksuche an Gasleitungen oder die Prüfung von Gastanks.



LADUNGSVERSTÄRKER FÜR DEN SCHALTSCHRANK

Modell EX682M83



- Eingangsbereich $\pm 2.500 \text{ pC}$
- Ausgangsbereich $\pm 2,5 \text{ V}$
- Übertragungsfaktor: 1 mV/pC
- Frequenzbereich $6 \dots 2.000 \text{ Hz}$
- Mit Tiefpassfilter
- ATEX-Zulassung

Modell EX682A40



- Eingangsbereich $\pm 250 \text{ pC}$
- Ausgangsbereich $\pm 2,5 \text{ V}$
- Übertragungsfaktor: 10 mV/pC
- Frequenzbereich $5 \dots 10.000 \text{ Hz}$
- ATEX-Zulassung

PCB PIEZOTRONICS-TIPPS

Schwingungskalibrator TMS-9110D

Der Schwingungskalibrator **TMS-9110D** von PCB bildet ein vollständiges Kalibriersystem und ist ein ideales Werkzeug zur Überprüfung und Kalibrierung von Beschleunigungs-, Schwinggeschwindigkeits- und Wegsensoren. Eingebaut in einem robusten Koffer kann er unter rauen Bedingungen im Feld genutzt werden.

www.pcbpiezotronics.de/9110D



Auswahl industrieller Sensoren leicht gemacht

Die Auswahl eines geeigneten Schwingungssensors für den Einsatz im Bereich der Maschinendiagnose kann eine recht komplexe Aufgabe sein, auch für erfahrene Profis. Die **TechNote TN-302** leitet den Anwender durch die Beantwortung von nur neun Fragen zum richtigen Sensor und stellt dabei sicher, dass alle wesentlichen Aspekte bei der Auswahl des Schwingungssensors berücksichtigt werden.

www.pcbpiezotronics.de/TN-302





ZUBEHÖR

KABEL FÜR DEN EX-BEREICH

Für eigensichere Stromkreise ist der Einsatz von Kabeln mit hellblauer Kennzeichnung vorgeschrieben. Vibrations- und Drucksensoren mit der Zündschutzart Eigensicherheit sollten daher mit den **Kabeltypen 052M oder 045M** mit entsprechender Mantelfarbe kombiniert werden.



Modelle 052M und 045M

MONTAGEZUBEHÖR

Bei direkter Schraubmontage von Vibrationssensoren wird eine optimale mechanische Kopplung erreicht. Je nach Sensormodell kommen Montagebolzen oder Durchgangsschrauben zum Einsatz.

Wenn an einer Maschine keine Bohrungen für Sensorgewinde vorgenommen werden dürfen, sind Montagemagnete eine gute Alternative. Zur Auswahl stehen Magnete in verschiedenen Größen für glatte und gewölbte Oberflächen.

Montageplättchen werden auf die Maschine geklebt oder geschweißt. Auch sie sind in verschiedenen Größen erhältlich.

Für die Montage zwischen den Kühlrippen des Motors werden Adapter in verschiedenen Größen angeboten, die wahlweise geschweißt oder geklebt werden.

Für schnelle Vibrationstests ohne Montage der Sensoren können Tastspitzen verwendet werden, die mechanische Schwingungen von der Maschine auf den Sensor übertragen. Haupteinsatzgebiet ist das routenbasierte Condition Monitoring.

