

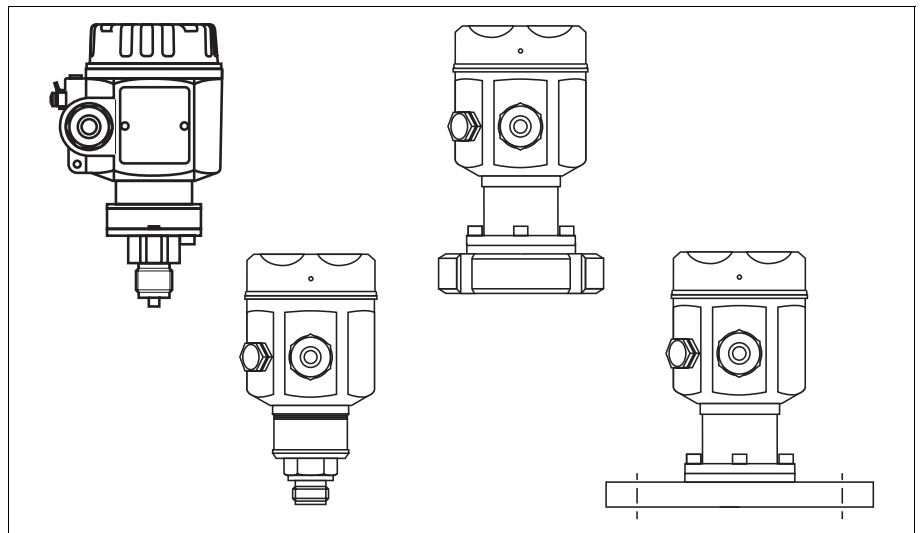
# Drucktransmitter

## *cerabar M PMC 41/45*

## *cerabar M PMP 41/45/46/48*

### *mit Ausgangssignal 4...20 mA/HART*

#### Handbuch zur Funktionalen Sicherheit



#### Anwendungsbereich

Druckmessung (z.B. Grenzdrucküberwachung), welche den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC 61508/ IEC 61511-1 genügen sollen.

Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen an:

- Funktionale Sicherheit gemäß IEC 61508/IEC 61511-1
- Explosionsschutz (je nach Version)
- Elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326 und NAMUR-Empfehlung NE 21.

#### Ihre Vorteile

- Einsatz für Drucküberwachung (MIN, MAX, Bereich) bis SIL 2, unabhängig bewertet durch exida.com nach IEC 61508/ IEC 61511-1
- Kontinuierliche Messung
- Einfache Inbetriebnahme

Endress + Hauser

The Power of Know How



# Inhaltsverzeichnis

<b>SIL Konformitätserklärung</b> .....	<b>3</b>
<b>Gültigkeit des Safety Manual</b> .....	<b>4</b>
Gültige Geräteausprägungen und Software-Versionen .....	4
<b>Allgemeines</b> .....	<b>5</b>
Abkürzungen, Normen und Begriffe .....	5
Bestimmung des Safety Integrity Level (SIL) .....	5
<b>Sicherheitsfunktion mit Cerabar M</b> .....	<b>7</b>
Sicherheitsfunktion zur Grenzdrucküberwachung .....	7
Angaben für die Sicherheitsfunktion .....	7
Mitgeltende Gerätedokumentationen .....	8
<b>Verhalten im Betrieb und bei Störung</b> .....	<b>8</b>
Hinweis! .....	8
<b>Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfungen</b> ..	<b>9</b>
Verwendung des Cerabar M für kontinuierliche Messungen .....	9
<b>Einstellungen</b> .....	<b>9</b>
Alarmverhalten und Stromausgang .....	9
Überprüfungen .....	9
Verriegeln/Entriegeln .....	9
<b>Sicherheitstechnische Kenngrößen</b> .....	<b>10</b>
Spezifische sicherheitstechnische Kenngrößen für Cerabar M .....	10
PFDav in Abhängigkeit vom gewählten Wartungsintervall .....	10
<b>exida.com Management Summary</b> .....	<b>11</b>

# SIL Konformitätserklärung

Das verbindliche Dokument ist bei Bestellung des Cerabar M mit der Option "SIL 2/IEC 61508 Konformitätserklärung" im Lieferumfang enthalten.

SIL-03011c/00/a2

## SIL-Konformitätserklärung

Funktionale Sicherheit nach IEC 61508 / IEC 61511

## SIL Declaration of Conformity

Functional safety according to IEC 61508 / IEC 61511

Endress+Hauser GmbH+Co. KG, Hauptstraße 1, 79689 Maulburg



erklärt als Hersteller, dass der Drucktransmitter (Seriennummer declares as manufacturer, that the pressure transmitter (Serial number

für den Einsatz in Schutzeinrichtungen entsprechend der IEC 61508/IEC 61511-1 geeignet ist, wenn die Sicherheitshinweise und nachfolgende Parameter beachtet werden: is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC 61508/IEC 61511-1, if the safety instructions and following parameters are observed:

Gerät/Product	Cerabar M PMC41/45			Cerabar M PMP41/45/46/48 <sup>5)</sup>		
SIL	2					
Prüfintervall/Proof test interval	≤ 5 Jahre/years					
Gerätetyp/Device type	B					
HFT <sup>1)</sup>	0 (einkanalige Verwendung / single channel use)					
SFF	74 %			71 %		
PFD <sub>AVG</sub> <sup>2)</sup> T <sub>1</sub> = 1 Jahr/year	6,96 x 10 <sup>-4</sup>			6,78 x 10 <sup>-4</sup>		
PFD <sub>AVG</sub> <sup>2)</sup> T <sub>1</sub> = 5 Jahre/years	3,5 x 10 <sup>-3</sup>			3,4 x 10 <sup>-3</sup>		
Sicherheitsfunktion <sup>4)</sup> Überwachung / Safety function monitoring	min	max	Bereich/Range	min	max	Bereich/Range
λ <sub>sd</sub>	146 FIT	21 FIT	167 FIT	132 FIT	46 FIT	178 FIT
λ <sub>su</sub>	290 FIT	290 FIT	290 FIT	210 FIT	210 FIT	210 FIT
λ <sub>dd</sub>	21 FIT	146 FIT	0 FIT	46 FIT	132 FIT	0 FIT
λ <sub>du</sub>	159 FIT	159 FIT	159 FIT	155 FIT	155 FIT	155 FIT
MTBF <sub>tot</sub> <sup>3)</sup>	182 Jahre/years			205 Jahre/years		
<sup>1)</sup> gemäß Kapitel / according to subclause 11.4.4 der / of IEC 61511-1 <sup>2)</sup> Die Werte entsprechen SIL 2 nach IEC 61508 und ISA S84.01. PFD <sub>AVG</sub> -Berechnungen für andere T <sub>1</sub> siehe Handbuch zur Funktionalen Sicherheit. / The values comply with SIL 2 according to IEC 61508 and ISA S84.01. PFD <sub>AVG</sub> calculations for other T <sub>1</sub> values refer to the Functional Safety Manual. <sup>3)</sup> gemäß / according to Siemens SN29500 <sup>4)</sup> unter Annahme der Einstellung / assuming the setting 4...20 mA <sup>5)</sup> Zur Bewertung der Druckmittlersysteme von PMP45 und PMP48 sind die Hinweise in Handbuch zur Funktionalen Sicherheit (SD172) zu berücksichtigen. / For the evaluation of the diaphragm seal systems of PMP45 and PMP48 the instructions, written the functional safety manual (SD172) have to be taken into account.						


Im Rahmen des Nachweises der Betriebsbewährtheit wurde das Gerät einschließlich des Änderungswesens beurteilt.

The assessment according to the proven-in-use properties of the device has been performed including the modifications process.

Maulburg, 12.10.2006

Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i.V.   
 Leitung Zertifizierungsstelle  
 Management Certification Department

  
 i.A.  
 Leitung Entwicklungsprojekt  
 Management R&D Project

---

## Gültigkeit des Safety Manual

---

### **Gültige Geräteausprägungen und Software-Versionen**

Die in diesem Safety Manual beschriebene Bewertung hinsichtlich Funktionaler Sicherheit ist für die unten angegebenen Geräteausprägungen und Softwareversionen gültig. Sofern nicht anderweitig angegeben, sind alle folgenden Versionen ebenfalls für Sicherheitsfunktionen einsetzbar, da sie dem internen Modifikationsprozess unterliegen, innerhalb dessen auch die Auswirkungen von Modifikationen bezüglich der Funktionalen Sicherheit bewertet werden.

Gültige Geräteausprägungen sind:

- Cerabar M PMC 41/45-xxxxHxxx
- Cerabar M PMC 41/45-xxxxJxxx
- Cerabar M PMP 41/45/46/48-xxxxHxxx
- Cerabar M PMP 41/45/46/48-xxxxJxxx

Gültige Software-Version:

- ab SW 1.1



Warnung!

Die Bewertung der Geräte hinsichtlich Funktionaler Sicherheit schließt das Grundgerät mit Hauptelektronik, Sensorelektronik und Sensor bis zur Sensormembran und direkt angebautem Prozessanschluss ein.

- Für Druckmittler (PMP46 und PMP48) gilt:  
Der zusätzliche Einsatz von Druckmittlersystemen hat Einfluss auf die Gesamtgenauigkeit der Messumformung und die Einschwingzeit. In diesen Fällen sind die Planungshinweise für Druckmittlersysteme aus der Technischen Information TI 399P zu beachten. Die Beurteilung der Eignung des Gesamtsystems, bestehend aus Grundgerät und Druckmittler, für den sicherheitsrelevanten Einsatz, liegt in der Verantwortung des Betreibers.

## Allgemeines

### Abkürzungen, Normen und Begriffe

#### Abkürzungen

Informationen zu Abkürzungen im Zusammenhang mit der Funktionalen Sicherheit und deren Erklärungen sind in der E+H Broschüre "Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung" (SD 002Z) zu finden.

#### Relevante Normen

Norm	Englisch	Deutsch
IEC 61508, Teil 1 – 7	Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems (Target group: Manufacturers and Suppliers of Devices)	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Zielgruppe: Hersteller und Lieferanten von Geräten)
IEC 61511, Teil 1 – 3	Functional safety – Safety Instrumented Systems for the process industry sector (Target group: Safety Instrumented Systems Designers, Integrators and Users)	Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie (Zielgruppe: Planer, Errichter und Nutzer)

#### Begriffe

Begriff	Erklärung
gefährbringender Ausfall	Ausfall mit dem Potential, das sicherheitsbezogene System in einen gefährlichen oder funktionsunfähigen Zustand zu versetzen.
sicherheitsbezogenes System	Ein sicherheitsbezogenes System führt die Sicherheitsfunktionen aus, die erforderlich sind, um einen sicheren Zustand z.B. in einer Anlage zu erreichen oder aufrechtzuerhalten. Beispiel: Druckmessgerät – Logikeinheit (z.B. Grenzsignalgeber) – Ventil bilden ein sicherheitsbezogenes System.
Sicherheitsfunktion	Definierte Funktion, die von einem sicherheitsbezogenen System ausgeführt wird, mit dem Ziel, unter Berücksichtigung eines festgelegten gefährlichen Vorfalls, einen sicheren Zustand für die Anlage zu erreichen oder aufrechtzuerhalten. Beispiel: Grenzdrucküberwachung

### Bestimmung des Safety Integrity Level (SIL)

Der erreichbare Safety Integrity Level wird durch folgende sicherheitstechnischen Kenngrößen bestimmt:

- mittlere Wahrscheinlichkeit gefährbringender Ausfälle einer Sicherheitsfunktion im Anforderungsfall ( $PFD_{av}$ )
- Hardware Fehlertoleranz (HFT) und
- Anteil ungefährlicher Ausfälle (SFF).

Die spezifischen sicherheitstechnischen Kenngrößen für den Cerabar M, als Teil der Sicherheitsfunktion, sind im Kapitel "Sicherheitstechnische Kenngrößen" aufgeführt.

Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit des "Safety Integrity Level" (SIL) von der "mittleren Wahrscheinlichkeit gefährbringender Ausfälle einer Sicherheitsfunktion des gesamten sicherheitsbezogenen Systems" ( $PFD_{av}$ ). Dabei wird der "Low demand mode" betrachtet, d.h. die Anforderungsrate an das sicherheitsbezogene System ist maximal einmal im Jahr.

Safety Integrity Level (SIL)	$PFD_{av}$ (Low demand mode)
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

Sensor, Logikeinheit und Aktor bilden zusammen ein sicherheitsbezogenes System, das eine Sicherheitsfunktion ausführt. Die "mittlere Wahrscheinlichkeit gefährbringender Ausfälle des gesamten sicherheitsbezogenen Systems" ( $PFD_{av}$ ) teilt sich auf die Teilsysteme Sensor, Logikeinheit und Aktor üblicherweise gemäß Abbildung 1 auf.

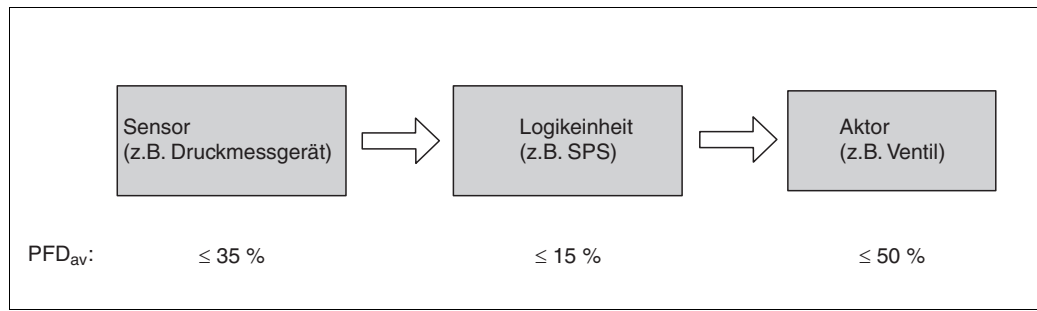


Abb. 1: Übliche Aufteilung der "mittleren Wahrscheinlichkeit gefahrbringender Ausfälle einer Sicherheitsfunktion im Anforderungsfall" ( $PFD_{av}$ ) auf die Teilsysteme

**Hinweis!**

Diese Dokumentation behandelt den Cerabar M als Teil einer Sicherheitsfunktion.

Die folgende Tabelle zeigt den erreichbaren "Safety Integrity Level" (SIL) des gesamten sicherheitsbezogenen Systems für Systeme vom Typ B abhängig vom "Anteil ungefährlicher Ausfälle" (SFF) und der "Hardware Fehlertoleranz" (HFT). Systeme vom Typ B sind z.B. Sensoren mit komplexen Komponenten wie z.B. Mikroprozessoren (→ siehe auch IEC 61508, Teil 2).

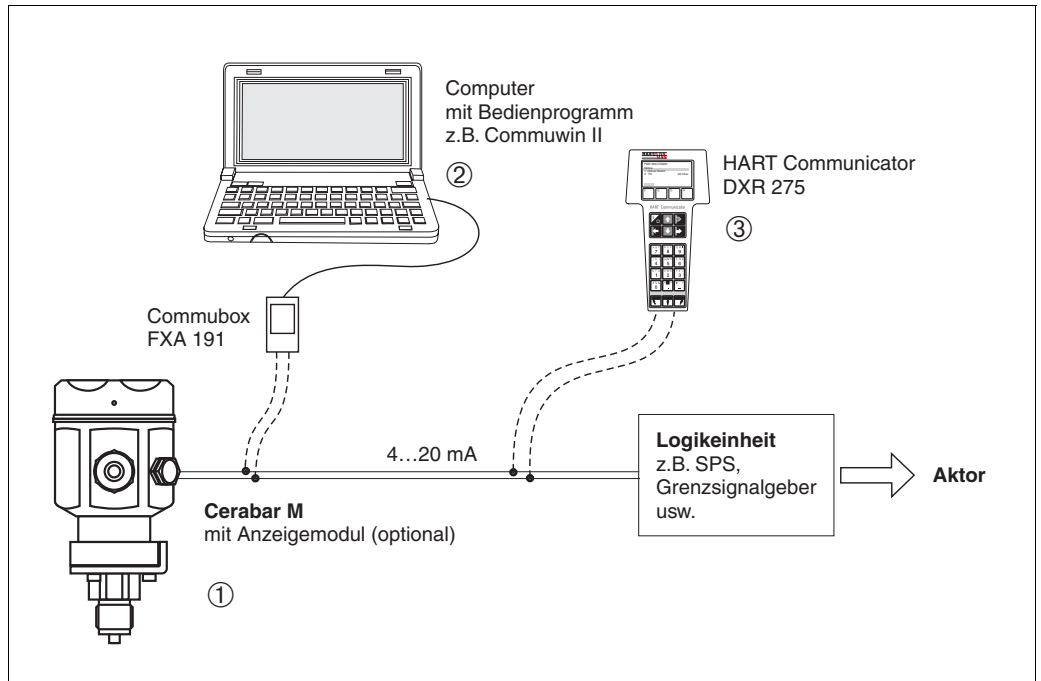
Anteil ungefährlicher Ausfälle (SFF)	Hardware Fehlertoleranz (HFT)		
	0	1 (0) <sup>1</sup>	2 (1) <sup>1</sup>
< 60 %	nicht erlaubt	SIL 1	SIL 2
60...< 90 %	SIL 1	<b>SIL 2</b>	SIL 3
90...< 99 %	SIL 2	SIL 3	–
≥ 99 %	SIL 3	–	–

- 1) Nach IEC 61511-1, Abschnitt 11.4.3 kann bei Sensoren und Aktoren mit komplexen Komponenten die "Hardware Fehlertoleranz" (HFT) um eins reduziert werden (Werte in Klammern), wenn für das Gerät folgende Bedingungen zutreffen:
- Das Gerät ist betriebsbewährt.
  - Der Anwender kann nur prozessbezogene Parameter konfigurieren, z.B. Messbereich, Signalrichtung im Fehlerfall usw.
  - Die Konfigurationsebene des Gerätes ist geschützt, z.B. über eine Brücke oder ein Passwort (hier: Zahlencode oder Tastenkombination).
  - Die Funktion hat einen geforderten "Safety Integrity Level" (SIL) von weniger als 4.

Alle Bedingungen treffen für den Cerabar M zu.

## Sicherheitsfunktion mit Cerabar M

### Sicherheitsfunktion zur Grenzdrucküberwachung



P01-PMx4xxxx-14-xxxx-de-001

Abb. 2: Sicherheitsfunktion (z.B. zur Grenzdrucküberwachung) mit Cerabar M als Teilsystem

- 1 Cerabar M mit Vor-Ort-Bedienung, Möglichkeit zur Einstellung von Messanfang und -ende sowie Dämpfung
- 2 Computer mit Bedienprogramm z.B. Commuwin II zur Einstellung aller Parameter wie z.B. Alarmverhalten, Max. Alarm, Betriebsart usw.
- 3 Handbediengerät HART Communicator DXR 275 zur Einstellung aller Parameter wie z.B. Alarmverhalten, Max. Alarm, Betriebsart usw.

### Sicherheitsrelevantes Signal

Der Messumformer Cerabar M mit Elektronikeinsatz 4...20 mA/HART erzeugt ein dem Druck proportionales analoges Signal (4...20 mA). Das analoge Signal wird einer nachgeschalteten Logikeinheit wie z.B. einer SPS oder Grenzsinalgeber zugeführt und dort überwacht auf:

- das Überschreiten eines maximalen Druckwertes oder
- das Unterschreiten eines minimalen Druckwertes oder
- das Verlassen eines zu überwachenden Druckbereiches

Zur Störungsüberwachung muss die Logikeinheit sowohl HI-Alarme (22 mA) als auch LO-Alarme (3,6 mA) erkennen können.

### Angaben für die Sicherheitsfunktion

#### Achtung!

Die verbindlichen Einstellungen und Angaben für die Sicherheitsfunktionen sind in den Kapiteln "Einstellungen" und "Sicherheitstechnische Kenngrößen" aufgeführt.

Für die Reaktionszeit des Messumformers siehe Technische Information TI 399P.

#### Hinweis!

MTTR wird mit 8 Stunden angesetzt.

Sicherheitsbezogene Systeme ohne selbstverriegelnde Funktion müssen nach Ausführung der Sicherheitsfunktion innerhalb MTTR in einen überwachten oder anderweitig sicheren Zustand gebracht werden.

**Mitgeltende  
Gerätedokumentationen**

Für den Messumformer müssen je nach Ausführung folgende Dokumentationen vorhanden sein:

Zündschutzart Zertifikat	Geräte	Betriebsanleitung (BA)	weitere Dokumentation (XA, ZE oder ZD)
Standard	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	keine
ATEX II 1/2 G EEx ia IIC T4/T6	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Sicherheitshinweise XA 039P
ATEX II 2 G EEx ia IIC T4/T6	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Sicherheitshinweise XA 039P
ATEX II 3 G EEx nA II T5	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Sicherheitshinweise XA 052P
ATEX II 1/2 D EEx ia IIC T4/T6 IP66 T50°C/T82°C	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Sicherheitshinweise XA 038P
ATEX II 1/3 D IP66 T110°C	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Sicherheitshinweise XA 040P
CSA General Purpose	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	keine
CSA IS (suitable Div. 2) Class I, II, III; Div. 1, Groups A – G	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Control Drawing ZD 040P
CSA Class II, III; Div. 1; Groups E – G	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	keine
FM IS (non-incendive) Class I, II, III; Div. 1, Groups A – G	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	Control Drawing ZD 039P
FM DIP Class II, III, Div. 1; Groups E– G	PMC 41/45, PMP 41/45, PMP 46/48	BA 201P	keine

**Achtung!**

- Die Installations- und Einstellhinweise sowie die technischen Grenzwerte sind gemäß der Betriebsanleitung (BA 201P) zu beachten.
- Für Geräte, die im explosionsgefährdeten Bereich eingesetzt werden, sind zusätzlich die ergänzenden Dokumentationen (XA, ZD) gemäß Tabelle zu beachten.

**Zusätzliche Dokumentation Cerabar M**

Für weitere Informationen siehe Technische Information TI 399P.

**Verhalten im Betrieb und bei Störung****Hinweis!**

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in der Betriebsanleitung BA 201P beschrieben.



## Inbetriebnahme und wiederkehrende Prüfungen

### Verwendung des Cerabar M für kontinuierliche Messungen

Die Funktionsfähigkeit der Sicherheitseinrichtung ist in angemessenen Zeitabständen zu prüfen. Es liegt in der Verantwortung des Betreibers, die Art der Überprüfung und die Zeitabstände im genannten Zeitraum zu wählen. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Sicherheitseinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

## Einstellungen

### Alarmverhalten und Stromausgang

Bei einer Störung wird der Stromausgang auf den von Ihnen gewählten Wert gesetzt. Die Einstellungen können Sie entweder mit dem Endress+Hauser Bedienprogramm Commuwin II oder mit dem Handbediengerät HART Communicator DXR 275 vornehmen. Das Alarmverhalten stellen Sie mit dem Parameter "Wähle Sicherheit" ein.

Auswahl "Wähle Sicherheit"	Stromwert bei Störung
"MIN"	3,6 mA
"MAX"	22 mA
"CONTINUE"	letzter Messwert wird gehalten

Software-Version	Matrixposition (nur bei Bedienung über Commuwin II)	Parameter	erlaubte Einstellungen	⚠ Achtung! Nicht erlaubte Einstellung!
ab SW 1.1	V0H8	"Wähle Sicherheit"	– "MIN" (3,6 mA) – "MAX" (22 mA)	"CONTINUE" (Diese Einstellung ist nicht für die Sicherheitsfunktion zugelassen!)

### Warnung!

**Beim Einsatz des Gerätes als Teil einer Sicherheitsfunktion darf die Einstellung "CONTINUE" nicht gewählt werden!**

### Überprüfungen

#### Achtung!

Überprüfen Sie nach Eingabe aller Parameter die Sicherheitsfunktion. Der Cerabar M bietet die Möglichkeit, über die Parameter "Simulation" und "Simuliere Strom" einen Signalstrom unabhängig vom gemessenen Druck zu simulieren. (Diese Parameter stehen Ihnen über Commuwin II und dem HART Handheld zur Verfügung.) → Siehe auch Betriebsanleitung BA 201P, Kapitel 5.2 "Stromsimulation".

### Verriegeln/Entriegeln

#### Warnung!

Änderungen des Messsystems und seiner Einstellungen nach der Inbetriebnahme können die Sicherheitsfunktion beeinträchtigen. Deshalb sollten Sie nach Eingabe aller Parameter und Überprüfung der Sicherheitsfunktion die Bedienung des Cerabar M verriegeln. Damit schützen Sie ihre Eingaben gegen ungewollte und unbefugte Veränderungen.

#### Achtung!

Die Entriegelungs- und Verriegelungsfunktion steht nur über das Bedienprogramm Commuwin II und den HART Communicator DXR 275 zur Verfügung. Nach der Verriegelung sind keine Einstellungen über die Kommunikationstools möglich.

Die Bedienung kann über die Matrix durch Eingabe einer dreistelligen Codezahl ungleich 130 in V9H9 entriegelt werden.

	Matrix	Weg durch Menü	Eingabe
Hauptgruppe: Service			
1	Bedienung verriegeln		
	V9H9	Verriegelung	z.B. 131 Enter
2	Verriegelung aufheben		
	V9H9	Verriegelung	130 Enter

## Sicherheitstechnische Kenngrößen

### Spezifische sicherheitstechnische Kenngrößen für Cerabar M

Die Tabelle zeigt die spezifischen sicherheitstechnischen Kenngrößen für den Cerabar M.

	PMC 41/45	PMP 41/45/46/48
SIL	SIL 2	SIL 2
HFT	0	0
SFF	74 %	71 %
$PFD_{av}$	$6,96 \times 10^{-4}$	$6,78 \times 10^{-4}$
TI <sup>1</sup>	jährlich	jährlich

1) Vollständiger Funktionstest z.B. durch Anfahren des Grenzdruckes.

### $PFD_{av}$ in Abhängigkeit vom gewählten Wartungsintervall

Das folgende Diagramm stellt  $PFD_{av}$  in Abhängigkeit vom Wartungsintervall dar.  $PFD_{av}$  steigt mit steigendem Wartungsintervall.

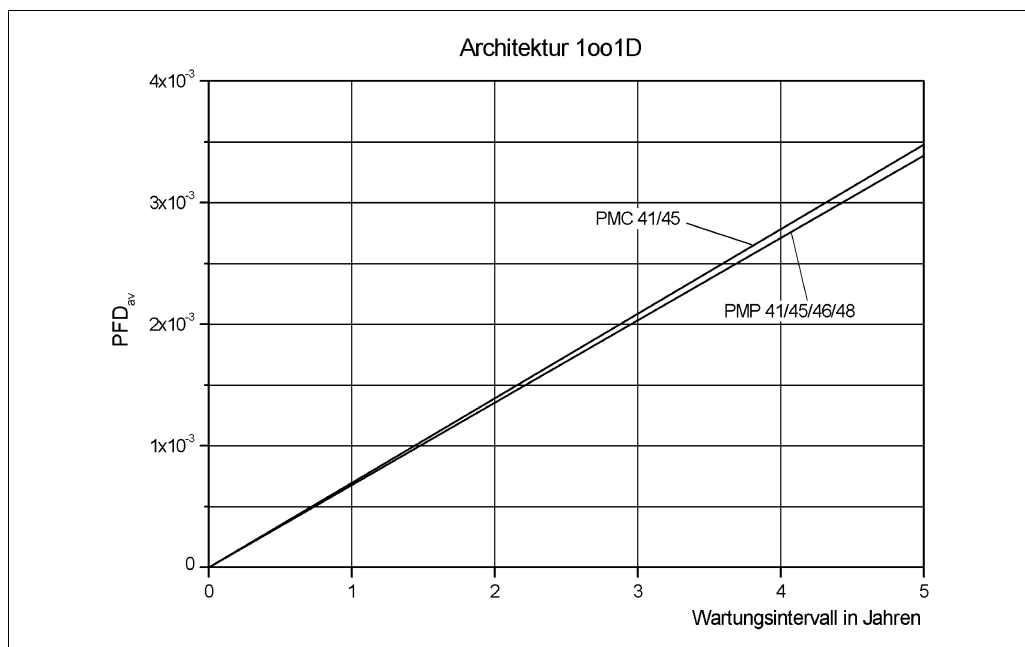


Abb. 4: "Mittlere Wahrscheinlichkeit gefährdender Ausfälle des sicherheitsbezogenem Systems auf Anforderung" ( $PFD_{av}$ ) in Abhängigkeit vom gewählten Wartungsintervall.

# exida.com Management Summary

## Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / IEC 61511 carried out on the smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics and software version V1.2. Table 1 gives an overview of the different types that belong to the considered pressure transmitter Cerabar M.

The hardware assessment consists of a Failure Modes, Effects and Diagnostics Analysis (FMEDA). A FMEDA is one of the steps taken to achieve functional safety assessment of a device per IEC 61508. From the FMEDA, failure rates are determined and consequently the Safe Failure Fraction (SFF) is calculated for the device. For full assessment purposes all requirements of IEC 61508 must be considered.

Table 1: Version overview

Cerabar M PMC 41	Ceramic sensor
Cerabar M PMC 45	Flush-mounted ceramic sensor
Cerabar M PMP 41	Metal sensor
Cerabar M PMP 45	Flush-mounted metal sensor
Cerabar M PMP 46	Metal sensor with diaphragm for hygienic applications
Cerabar M PMP 48	Metal sensor with diaphragm with threaded boss, separator, flange or flange with extension

For safety applications only the 4..20 mA output / HART® electronics was considered. All other possible output variants or electronics are not covered by this report. The different devices can be equipped with or without display.

The failure rates used in this analysis are based on the Siemens standard SN 29500.

According to table 2 of IEC 61508-1 the average PFD for systems operating in low demand mode has to be  $\geq 10^{-3}$  to  $< 10^{-2}$  for SIL 2 safety functions. A generally accepted distribution of PFD<sub>avg</sub> values of a SIF over the sensor part, logic solver part, and final element part assumes that 35% of the total SIF PFD<sub>avg</sub> value is caused by the sensor part. For a SIL 2 application the total PFD<sub>avg</sub> value of the SIF should be smaller than 1.00E-02, hence the maximum allowable PFD<sub>avg</sub> value for the sensor part would then be 3.50E-03.

The smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics is considered to be a 'Type B' component with a hardware fault tolerance of 0.

Type B components with a SFF of 60% to  $< 90\%$  must have a hardware fault tolerance of 1 according to table 3 of IEC 61508-2 for SIL 2 (sub-) systems.

As the smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics is supposed to be a proven-in-use device, an assessment of the hardware with additional proven-in-use demonstration for the device and its software was carried out. Therefore according to the requirements of IEC 61511-1 First Edition 2003-01 section 11.4.4 and the assessment described in section 5.1 a hardware fault tolerance of 0 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems being Type B components and having a SFF of 60% to  $< 90\%$ .

Endress+Hauser did a qualitative analysis of the sensors. This analysis was used by exida.com to calculate the failure rates of the sensors using different failure rate databases ([N6], [N7] and [N8]) for the different components of the sensors (see [D19], [D20] and [R5], [R6]). In addition, a failure rate determination for the sensor based on field data evaluation was done by exida.com to check the plausibility of the quantitative analysis. The results of the qualitative analysis based on field data evaluation of the process seal and the diaphragm (see [D28]) are used for the calculations described in section 5.3 and 5.4.

Assuming that a connected logic solver can detect both over-range (fail high) and under-range (fail low), high and low failures can be classified as safe detected failures or dangerous detected failures depending on whether the smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics is used in an application for "low level monitoring", "high level monitoring" or "range monitoring". For these applications the following tables show how the above stated requirements are fulfilled.



## FMEDA and Proven-in-use Assessment

Project:  
Smart Pressure Transmitter Cerabar M

Customer:  
Endress+Hauser GmbH+Co. KG  
Maulburg  
Germany

Contract No.: E+H 03/3-04  
Report No.: E+H 03/3-04 R014  
Version V1, Revision R1.2, August 2003  
Stephan Aschenbrenner

Table 2: Summary for Cerabar M PMC with 4..20 mA output / HART® electronics – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 6,96E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,47E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 6,93E-03

Table 3: Summary for Cerabar M PMC with 4..20 mA output / HART® electronics – Failure rates

Failure Categories	$\lambda_{sed}$	$\lambda_{au}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub> <sup>2</sup>	DC <sub>D</sub> <sup>2</sup>
$\lambda_{low} = \lambda_{sed}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	146 FIT	290 FIT	21 FIT	159 FIT	74%	33%	12%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sed}$	21 FIT	290 FIT	146 FIT	159 FIT	74%	7%	48%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sed}$	167 FIT	290 FIT	0 FIT	159 FIT	74%	37%	0%

Table 4: Summary for Cerabar M PMP with 4..20 mA output / HART® electronics – PFD<sub>AVG</sub> values

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years
PFD <sub>AVG</sub> = 6,78E-04	PFD <sub>AVG</sub> = 3,38E-03	PFD <sub>AVG</sub> = 6,75E-03

Table 5: Summary for Cerabar M PMP with 4..20 mA output / HART® electronics – Failure rates

Failure Categories	$\lambda_{sed}$	$\lambda_{au}$	$\lambda_{dd}$	$\lambda_{du}$	SFF	DC <sub>S</sub> <sup>2</sup>	DC <sub>D</sub> <sup>2</sup>
$\lambda_{low} = \lambda_{sed}$ $\lambda_{high} = \lambda_{dd}$	132 FIT	210 FIT	46 FIT	155 FIT	71%	39%	23%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sed}$	46 FIT	210 FIT	132 FIT	155 FIT	71%	18%	46%
$\lambda_{low} = \lambda_{dd}$ $\lambda_{high} = \lambda_{sed}$	178 FIT	210 FIT	0 FIT	155 FIT	71%	46%	0%

The boxes marked in yellow (■) mean that the calculated PFD<sub>AVG</sub> values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 but do not fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3.50E-03. The boxes marked in green (■) mean that the calculated PFD<sub>AVG</sub> values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and do fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3.50E-03.

The functional assessment has shown that the smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics has a PFD<sub>AVG</sub> within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and a Safe Failure Fraction (SFF) of 71% or 74%. Based on the verification of "prior use" it can be used as a single device for SIL2 Safety Functions in terms of IEC 61511-1 First Edition 2003-01.

A user of the smart pressure transmitter Cerabar M with 4..20 mA output / HART® electronics can utilize these failure rates along with the failure rates for an impulse line, when required, in a probabilistic model of a safety instrumented function (SIF) to determine suitability in part for safety instrumented system (SIS) usage in a particular safety integrity level (SIL). A full table of failure rates for different operating conditions is presented in section 5.3 and 5.4 along with all assumptions.

<sup>2</sup> DC means the diagnostic coverage (safe or dangerous) of the safety logic solver for Cerabar M.

Deutschland

Vertrieb:

- Beratung
- Information
- Auftrag
- Bestellung

Telefon:  
0 800 EHVERTRIEB  
0 800 3 48 37 87  
E-Mail:  
info@de.endress.com

Service:

- Help-Desk
- Feldservice
- Ersatzteile/Reparatur
- Kalibrierung

Telefon:  
0 800 EHSERVICE  
0 800 3 47 37 84  
E-Mail:  
service@de.endress.com

Endress+Hauser

Messtechnik  
GmbH+Co. KG  
Colmarer Straße 6  
D-79576 Weil am Rhein

Telefax:  
0 800 EHFAXEN  
0 800 3 43 29 36

Österreich

Endress+Hauser

Messtechnik Ges.m.b.H.  
Lehnergasse 4

A-1230 Wien  
Tel. (01) 8 80 56-0  
Fax (01) 8 80 56-335  
E-Mail:  
info@at.endress.com

Internet:  
www.at.endress.com

Schweiz

Endress+Hauser

Metso AG  
Sternenhofstraße 21

CH-4153 Reinach/BL 1  
Tel. (0 61) 7 15 75 75  
Fax (0 61) 7 11 16 50  
E-Mail:  
info@ch.endress.com

Internet:  
www.ch.endress.com

Internet: www.de.endress.com

Technische Büros in: Hamburg · Hannover · Ratingen · Frankfurt · Stuttgart · München · Teltow

Endress + Hauser  
The Power of Know How

