



**SIL 1**  
IEC 61508

**SIL 2**  
IEC 61511

**PL d**  
ISO 13849-1



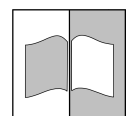
**RoHS II**  
COMPLIANT



## Sicherheitshandbuch

**DE44**

Digitaler 2-Kanal Differenzdrucktransmitter  
mit Farbwechsel LCD



# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Funktionale Sicherheit (IEC 61508 / IEC 61511)</b> .....	<b>3</b>
1.1 Geltungsbereich und Standards .....	3
1.2 Gerätebeschreibung und Einsatzbereich.....	4
1.3 Hinweise zur Projektierung .....	5
1.4 Wiederkehrende Prüfungen .....	6
1.5 Sicherheitstechnische Kenngrößen .....	8
<b>2 Sicherheit von Maschinen (ISO 13849)</b> .....	<b>10</b>
2.1 Geltungsbereich und Standards .....	10
2.2 Gerätebeschreibung und Einsatzbereich.....	10
2.3 Hinweise zur Projektierung .....	11
2.4 Wiederkehrende Prüfungen .....	12
2.5 Sicherheitstechnische Kenngrößen .....	15
<b>3 Anhang</b> .....	<b>16</b>
3.1 Glossar .....	16
3.2 Fehlerraten .....	19
3.3 Gerätetypen .....	19
3.4 Symbolerklärung.....	20
3.5 Adresse.....	20

# 1 Funktionale Sicherheit (IEC 61508 / IEC 61511)

## 1.1 Geltungsbereich und Standards



### HINWEIS

#### Sicherheitshinweise

Dieses Sicherheitshandbuch ist nur in Verbindung mit der Betriebsanleitung des betreffenden Gerätes zu benutzen. Beachten Sie die Sicherheitshinweise der Betriebsanleitung.

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für die 2 kanaligen Differenzdrucktransmitter der Serie DE44 mit Analogausgängen 4...20 mA in 3-Leiterschaltung. Dies entspricht den folgenden Produktnummernschlüsseln.

- DE44#####PK###
- DE44#####FK###
- DE44#####6KW###
- DE44#####7KW###

Der DE44 wurde von einer unabhängigen Einrichtung (Risknowlogy®) hinsichtlich seiner funktionalen Sicherheit überprüft. Die sicherheitstechnischen Kennwerte wurden anhand einer Bauteilanalyse (FMEDA) und nachfolgenden Berechnungen ermittelt. Die Ergebnisse wurden in dem FMEDA Report 930-347.1/2017-02-02 festgehalten.

Die Messumformer sind entsprechend der folgenden Standards entwickelt und geprüft worden.

Funktionale Sicherheit (gerätespezifisch/Hersteller)	<b>IEC 61508: 2010</b> Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer / elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme
Funktionale Sicherheit (systemspezifisch/Anwender)	<b>IEC 61511: 2016</b> Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie
Bauteil-Ausfallraten	<b>SN 29000: 2013</b> Ausfallraten (Siemens)

## 1.2 Gerätebeschreibung und Einsatzbereich

### 1.2.1 Sicherheitsfunktion

Der Differenzdrucktransmitter überträgt das Eingangssignal (Druck) in ein normiertes analoges 4...20 mA Ausgangssignal. Es stehen zwei unabhängige Messkanäle zur Verfügung.

Dies wirkt sich jedoch nicht auf die System-Architektur aus, da die beiden Kanäle von einem Microcontroller gesteuert und nicht zu einer einzigen Sicherheitsfunktion kombiniert werden können.

Es kann nur einer der beiden Kanäle für die Sicherheitsfunktion verwendet werden, sofern dieser ein 4...20 mA Signal aufweist.



#### **! WARNUNG**

##### Weitere Gerätefunktionen

Einige Gerätevarianten besitzen weitere Gerätefunktionen wie Schaltausgänge oder Signalausgänge (0...20 mA, 0...10 V), die durch Parametrierung aktiviert werden können. Diese Gerätefunktionen gehören nicht zur Sicherheitsfunktion und dürfen daher nicht für sicherheitsgerichtete Zwecke verwendet werden.

### 1.2.2 Definition des sicheren Zustandes

Ausgangssignal $I_{out}$	Sichererer Zustand	Bemerkung
4...20 mA	$3,92 \text{ mA} \leq I_{out} \leq 20,08 \text{ mA}$	Eingepprägter Strom

### 1.2.3 Parametrierung



#### **! WARNUNG**

##### Parameteränderung

Das Gerät wird werkseitig parametrierung ausgeliefert. Diese Parametrierung darf nur vom Betreiber der Anlage oder von dafür beauftragtem und unterwiesenem Fachpersonal geändert werden.

Die Parametrierung ist ab Werk durch ein Passwort gesichert. Dieses Passwort wird bei Auslieferung übergeben und ist vom Betreiber bei Inbetriebnahme zu ändern. Weitere Informationen zum Passwort entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung des Gerätes.

Die Parametrierung kann auf zwei Arten geändert werden.<sup>(1)</sup>

- Durch Tastatureingabe am Gerät
- Durch Fernparametrierung mittels Transmitter-PC-Interface

Bei der Fernparametrierung können Übertragungsfehler auftreten. Deshalb ist es zwingend erforderlich alle Parameter und die Sicherheitsfunktion nach der Übertragung am Gerät zu verifizieren.

<sup>(1)</sup> Beachten Sie hierzu die Angaben in der Betriebsanleitung.

### 1.3 Hinweise zur Projektierung

#### 1.3.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Gerät wurde von einer unabhängigen Einrichtung (Risknowlogy®) hinsichtlich seiner funktionalen Sicherheit gemäß IEC 61508 und IEC 61511 beurteilt. Die Ergebnisse wurden in dem FMEDA Report 930.347.1/2017-02-02 festgehalten.

- **IEC 61508**

Das Gerät eignet sich für den Gebrauch in Sicherheitskreisen mit SIL 1 Einstufung.

- **IEC 61511**

Das Gerät eignet sich für den Einsatz in Sicherheitskreisen mit SIL 2 Einstufung (prior use).

#### 1.3.2 Betriebsart

Das Gerät wird in der Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate (Low Demand Mode) eingesetzt. Die Anforderungsrate ist geringer als einmal pro Jahr und nicht mehr als die doppelte Frequenz der Wiederholungsprüfung. Die Zugehörige Kenngröße ist der PFD Wert.

#### 1.3.3 Gerätetyp

Das Gerät ist vom Typ-B (komplexes Betriebsmittel).

#### 1.3.4 Prüfintervall

Ein Proof-Test ist nach Inbetriebnahme und danach spätestens nach Ablauf von 5 Jahren durchzuführen.

Die nachfolgende Tabelle gibt die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit einer Fehlfunktion im Anforderungsfall in Abhängigkeit vom Prüfintervall und der Systemarchitektur an.

		Prüfintervall ( $T_1$ )			
Architektur		1 Jahr	2 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
1oo1	$PFD_{avg}$	$6,8 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$3,4 \times 10^{-3}$	$6,8 \times 10^{-3}$
1oo2	$PFD_{avg}$	$3,49 \times 10^{-5}$	$7,07 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-4}$	$3,98 \times 10^{-4}$

#### 1.3.5 Gebrauchsdauer

Die Gebrauchsdauer (Lifetime) beträgt ab Produktionsdatum 10 Jahre.

Wird die Gebrauchsdauer überschritten, können die Fehlerraten durch Verschleiß und Alterung allmählich ansteigen und die berechneten PFD-Werte können nicht mehr angewandt werden. Im ungünstigsten Fall führt dies zum Verlust der SIL Einstufung.

#### 1.3.6 Montage und Installation

Beachten Sie die Montageanleitung der Betriebsanleitung.

## 1.4 Wiederkehrende Prüfungen

### 1.4.1 Wartung

Um einen gefährlichen unentdeckten Ausfall aufzudecken sind Proof-Tests ein notwendiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes. Bei einem Proof-Test werden folgende Aspekte einer sicherheitskritischen Komponente überprüft:

- Funktionalität
- erfüllt die Komponente die vorherrschenden Einsatzbedingungen
- sind die Schnittstellen zu weiteren Komponenten in Ordnung

Alle kritischen Teile müssen mit dem Proof-Test getestet werden. Für Nichtsicherheitskritische Teile genügt hingegen ein stichprobenartiger Test.

### 1.4.2 Funktionsprüfung

**HINWEIS! Die EMV- und Umweltbedingungen müssen den getesteten Niveaus der EMV-Richtlinie 2014/30/EU entsprechen.**

Die Festlegung der Proof-Test Prozedur für das gesamte Sicherheitstechnische-System ist Aufgabe des Betreibers.

Folgender Funktionstest ist für die sicherheitstechnische Komponente DE44 durchzuführen.

1. Überprüfung der Funktionalität bei Eingangswerten innerhalb des Messbereichs
2. Überprüfung des Fehlersignals bei Eingangswerten außerhalb des Messbereichs
3. Überprüfung ob das Fehlersignal von der übergeordneten Sicherheitssteuerung richtig erkannt wird.

Der Prüfdruck sollte möglichst mit dem Sicherheitstechnischen System (SIS) selbst erzeugt werden, sofern dies möglich ist. In diesem Falle könnte gleichzeitig überprüft werden, ob die Signale von der übergeordneten Sicherheitssteuerung korrekt verarbeitet und über den Aktor weitergeleitet werden.

Andernfalls muss der DE44 ausgebaut und wie folgt mit einem Druckkalibrator, Strommessgeräten und einer einstellbaren Spannungsversorgung verschaltet werden.

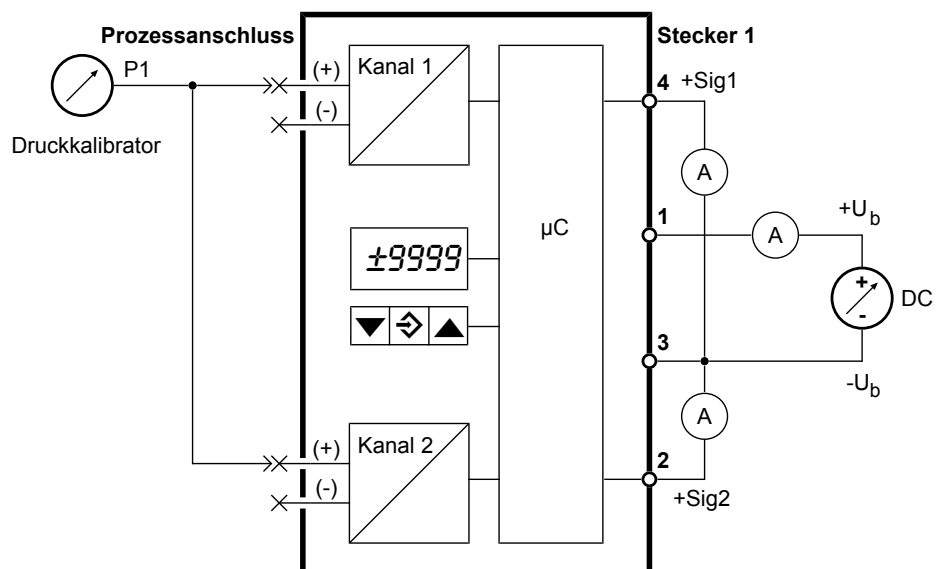


Abb. 1: Funktionstest

**Prüfmittelliste**

Prüfmittel	Verwendung	Auflösung
Druckkalibrator ( $\pm 1$ bar)	Eingangssignal	0,1% vom Endwert
Multimeter	Stromaufnahme	1 mA
Multimeter	Ausgangssignal 1	1 $\mu$ A
Multimeter	Ausgangssignal 2	1 $\mu$ A
Stromversorgung	12 ... 32 V DC einstellbar	0,1 V

**Eingangswerte innerhalb des Messbereichs**

1. Stellen Sie eine Betriebsspannung von  $24\text{ V} \pm 0,1\text{V}$  ein.
2. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass dem Messbereichsanfang entspricht.
3. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen ein Signal von  $4\text{ mA} \pm 0,08\text{ mA}$  liefern.
4. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass dem Messbereichsende entspricht.
5. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen ein Signal von  $20\text{ mA} \pm 0,08\text{ mA}$  liefern.
6. Prüfen Sie die Stromaufnahme. Die Stromaufnahme darf einen Wert von  $125\text{ mA}$  nicht überschreiten.

**Eingangswerte außerhalb des Messbereichs**

1. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass deutlich unterhalb des Messbereichsanfang liegt.
2. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen ein Signal kleiner als  $3,92\text{ mA}$  liefern.
3. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass deutlich oberhalb des Messbereichsanfang liegt.
4. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen ein Signal größer als  $20,08\text{ mA}$  liefern.

**Überprüfung des Fehlersignals im SIS**

1. Verbinden Sie den DE44 elektrisch mit der übergeordneten Sicherheitsteuerung.
2. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass deutlich unterhalb des Messbereichsanfang liegt, so dass ein Fehlersignal erzeugt wird.
3. Prüfen Sie, ob das Fehlersignal von der Sicherheitssteuerung erkannt wird.

Damit ist der Funktionstest beendet. Sollte das Gerät den Funktionstest nicht bestanden haben, so senden Sie das Gerät an unsere Reparaturabteilung.

### 1.4.3 Reparatur

Die Reparatur eines Gerätes kann nur der Hersteller durchführen.

Alle defekten oder mit Mängeln behafteten Geräte sind direkt an unsere Reparaturabteilung zu senden. Wir bitten darum alle Geräterücksendungen mit unserer Verkaufsabteilung abzustimmen.



#### **! WARNUNG**

##### **Messstoffreste**

Messstoffreste in und an ausgebauten Messgeräten können zur Gefährdung von Menschen, Umwelt und Einrichtungen führen. Ausreichende Vorsichtsmaßnahmen sind zu ergreifen. Gegebenenfalls sind die Geräte gründlich zu reinigen.

Zur Rücksendung des Gerätes die Originalverpackung oder eine geeignete Transportverpackung verwenden.

## 1.5 Sicherheitstechnische Kenngrößen

### 1.5.1 Sicherheitskennzahlen

Anteil der ungefährlichen Ausfälle	<b>SFF</b>	62 %
Gerätetyp		Typ-B
<b>Fehlerraten</b>		<b>FIT</b>
Ungefährliche Fehler	$\lambda_s$	109
Entdeckbare sichere Fehler	$\lambda_{sd}$	0
Unentdeckbare sichere Fehler	$\lambda_{su}$	109
Gefährliche Fehler	$\lambda_d$	304
Entdeckbare gefährliche Fehler	$\lambda_{dd}$	148
Unentdeckbare gefährliche Fehler	$\lambda_{du}$	156

#### **Sicherheitsintegritätslevel nach IEC 61508**

	<b>SIL 1</b>	<b>SIL 2</b>
Erforderliche Geräte	1	2
System-Architektur:	1oo1	1oo2
Hardwarefehlertoleranz HFT:	0	1

#### **Sicherheitsintegritätslevel nach IEC 61511**

	<b>SIL 2</b>
Erforderliche Geräte	1
System-Architektur:	1oo1
Hardwarefehlertoleranz HFT:	0

#### **Prüfintervall**

Architektur	Prüfintervall ( $T_1$ )	Prüfintervall ( $T_1$ )			
		1 Jahr	2 Jahre	5 Jahre	10 Jahre
1oo1	<b>PFD<sub>avg</sub></b>	$6,8 \times 10^{-4}$	$1,4 \times 10^{-3}$	$3,4 \times 10^{-3}$	$6,8 \times 10^{-3}$
1oo2	<b>PFD<sub>avg</sub></b>	$3,49 \times 10^{-5}$	$7,07 \times 10^{-5}$	$1,85 \times 10^{-4}$	$3,98 \times 10^{-4}$

### 1.5.2 Sicherheits-Integritätslevel (SIL)

Die folgende Tabelle zeigt die Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls der Sicherheitsfunktion in Abhängigkeit vom SIL Level und der Betriebsart.



**Low Demand Mode**

SIL	PFD	Max. 1 gefährlicher Ausfall pro
SIL4	$\geq 10^{-5}$ bis $< 10^{-4}$	10000 Anforderungen
SIL3	$\geq 10^{-4}$ bis $< 10^{-3}$	1000 Anforderungen
SIL2	$\geq 10^{-3}$ bis $< 10^{-2}$	100 Anforderungen
SIL1	$\geq 10^{-2}$ bis $< 10^{-1}$	10 Anforderungen

**High Demand Mode**

SIL	PFH	Max. 1 gefährlicher Ausfall pro
SIL4	$\geq 10^{-9}$ bis $< 10^{-8}$	100.000.000 Anforderungen
SIL3	$\geq 10^{-8}$ bis $< 10^{-7}$	10.000.000 Anforderungen
SIL2	$\geq 10^{-7}$ bis $< 10^{-6}$	1.000.000 Anforderungen
SIL1	$\geq 10^{-6}$ bis $< 10^{-5}$	100.000 Anforderungen

Der SIL Level für das gesamte Sicherheitstechnische-System (SIS) ergibt sich aus der Summe der PFD Werte der einzelnen Komponenten. Für ein solches System bestehend aus einem Sensor, einer Sicherheitssteuerung und einem Aktor ergibt sich folgendes Bild.

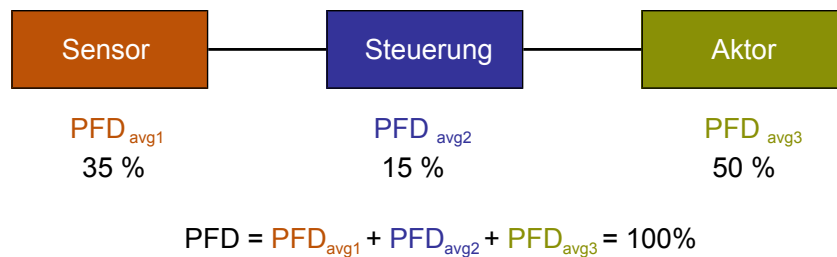


Abb. 2: PFD Aufteilung

**1.5.3 Architektonische Beschränkungen (SFF, HFT)**

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die maximal erreichbare Sicherheitsintegrität, die sich aus SFF und HFT in Abhängigkeit vom Gerätetyp der eingesetzten Komponenten ergeben. Die Berechnung des SFF erfolgt nach IEC 61508.

**Typ A – einfaches Betriebsmittel**

Safe Failure Fraction SFF	HFT (Hardware Fehler Toleranz)		
	0	1	2
< 60 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
60 % ... < 90 %	SIL 2	SIL 3	SIL 4
90 % bis < 99%	SIL 3	SIL 4	SIL 4
$\geq 99\%$	SIL 3	SIL 4	SIL 4

**Typ B – komplexes Betriebsmittel**

Safe Failure Fraction SFF	HFT (Hardware Fehler Toleranz)		
	0	1	2
< 60 %	Nicht erlaubt	SIL 1	SIL 2
60 % ... < 90 %	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90 % bis < 99%	SIL 2	SIL 3	SIL 4
$\geq 99\%$	SIL 3	SIL 4	SIL 4

## 2 Sicherheit von Maschinen (ISO 13849)

### 2.1 Geltungsbereich und Standards



#### HINWEIS

##### Sicherheitshinweise

Dieses Sicherheitshandbuch ist nur in Verbindung mit der Betriebsanleitung des betreffenden Gerätes zu benutzen. Beachten Sie die Sicherheitshinweise der Betriebsanleitung.

Dieses Sicherheitshandbuch gilt für die 2 kanaligen Differenzdrucktransmitter der Serie DE44 mit Analogausgängen 0/4...20 mA und 0...10 V in 3-Leiter-schaltung und mit entweder zwei oder vier Schaltausgängen. Dies entspricht dem folgenden Produktnummernschlüssel.

- DE44 #####KW#M#

Der DE44 wurde von einer unabhängigen Einrichtung (Risknowlogy®) hinsichtlich seiner funktionalen Sicherheit überprüft. Die sicherheitstechnischen Kennwerte wurden anhand einer Bauteilanalyse (FMEDA) und nachfolgenden Berechnungen ermittelt. Die Ergebnisse wurden in dem Report 930.436.1 Version 1/2018-10-31 festgehalten.

Die Messumformer sind entsprechend der folgenden Standards entwickelt und geprüft worden.

Sicherheit von Maschinen

**EN ISO 13849-1:2015**

Sicherheit von Maschinen - Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen - Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze

### 2.2 Gerätebeschreibung und Einsatzbereich

#### 2.2.1 Sicherheitsfunktion

Der Differenzdrucktransmitter überträgt das Eingangssignal (Druck) in ein normiertes analoges 0/4...20 mA bzw. 0...10 V Ausgangssignal. Weiterhin gibt es zwei oder vier Schaltausgänge, die für die Über bzw. Unterdruckanzeige programmierbar sind.

Es stehen zwei unabhängige Messkanäle zur Verfügung. Dies wirkt sich jedoch nicht auf die System-Architektur aus, da die beiden Kanäle von einem einzigen Microcontroller gesteuert werden.

Bei Beachtung der Montage und Installationshinweise ist PL d (Kat3) erreichbar.

#### 2.2.2 Definition des sicheren Zustandes

Ausgangssignal	Sichererer Zustand
0...20 mA	$0,00 \text{ mA} \leq I_{\text{out}} \leq 20,1 \text{ mA}$
4...20 mA	$3,92 \text{ mA} \leq I_{\text{out}} \leq 20,08 \text{ mA}$
0...10 V	$0,00 \text{ V} \leq U_{\text{out}} \leq 10,05 \text{ V}$
Schaltausgänge	AUS

## 2.2.3 Parametrierung



### **! WARNUNG**

#### **Parameteränderung**

Das Gerät wird werkseitig parametrierung ausgeliefert. Diese Parametrierung darf nur vom Betreiber der Anlage oder von dafür beauftragtem und unterwiesenem Fachpersonal geändert werden.

Die Parametrierung ist ab Werk durch ein Passwort gesichert. Dieses Passwort wird bei Auslieferung übergeben und ist vom Betreiber bei Inbetriebnahme zu ändern. Weitere Informationen zum Passwort entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung des Gerätes.

Die Parametrierung kann auf zwei Arten geändert werden.<sup>(2)</sup>

- Durch Tastatureingabe am Gerät
- Durch Fernparametrierung mittels Transmitter-PC-Interface

Bei der Fernparametrierung können Übertragungsfehler auftreten. Deshalb ist es zwingend erforderlich alle Parameter und die Sicherheitsfunktion nach der Übertragung am Gerät zu verifizieren.

## 2.3 Hinweise zur Projektierung

### 2.3.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Das Gerät wurde von einer unabhängigen Einrichtung (Risknowlogy®) hinsichtlich seiner Sicherheit gemäß ISO 13849-1 beurteilt. Die Ergebnisse wurden in dem Report 930.436.1 Version 1/2018-10-31 festgehalten.

- **ISO 13849-1**

Das Gerät darf in Abluftüberwachungsanlagen zur Überwachung der Abluftströmung eingesetzt werden. Mit der redundanten Messung und einem Kreuzvergleich in einer nachgeschalteten Sicherheitssteuerung wird ein Performance Level d, Kategorie 3 erreicht.

### 2.3.2 Betriebsart

Das Gerät wird in der Betriebsart mit hoher Anforderungsrate eingesetzt. Die Anforderungsrate ist einmal pro Jahr.

### 2.3.3 Prüfintervall

Ein Proof-Test ist nach Inbetriebnahme und danach spätestens nach Ablauf von 5 Jahren durchzuführen.

### 2.3.4 Gebrauchsdauer

Die Gebrauchsdauer (Lifetime) beträgt ab Produktionsdatum 20 Jahre.

Wird die Gebrauchsdauer überschritten, können die Fehlerraten durch Verschleiß und Alterung allmählich ansteigen.

<sup>(2)</sup> Beachten Sie hierzu die Angaben in der Betriebsanleitung.

### 2.3.5 Montage und Installation

Beachten Sie hierzu auch die Montageanleitung der Betriebsanleitung.

Für eine redundante Messung sind die Wirkdruckeingänge beider Differenzdrucktransmitter parallel zu schalten, so dass beide Transmitter den gleichen Eingangsdruck messen. An eine nachgeschaltete Sicherheitssteuerung sind die Ausgänge beider Transmitter derart anzuschließen, dass Funktionsstörungen der Transmitter mittels Kreuzvergleich erkannt werden.

**HINWEIS! Beachten Sie, dass der Vergleich der Signale durch die nachgeschaltete Sicherheitssteuerung (SRP/CS) erfolgen muss. Bei einer Abweichung muss der sichere Zustand eingenommen werden.**

Das Anschlussschema gilt gleichermaßen für Schaltausgänge als auch für Analogausgänge. Werden beide Ausgangstypen gleichzeitig für die Sicherheitsfunktion verwendet, so ist die Sicherheitssteuerung entsprechend dem nachfolgend dargestellten Anschlussschema sowohl für den Schaltausgang als auch für den Analogausgang, d.h. doppelt auszuführen.

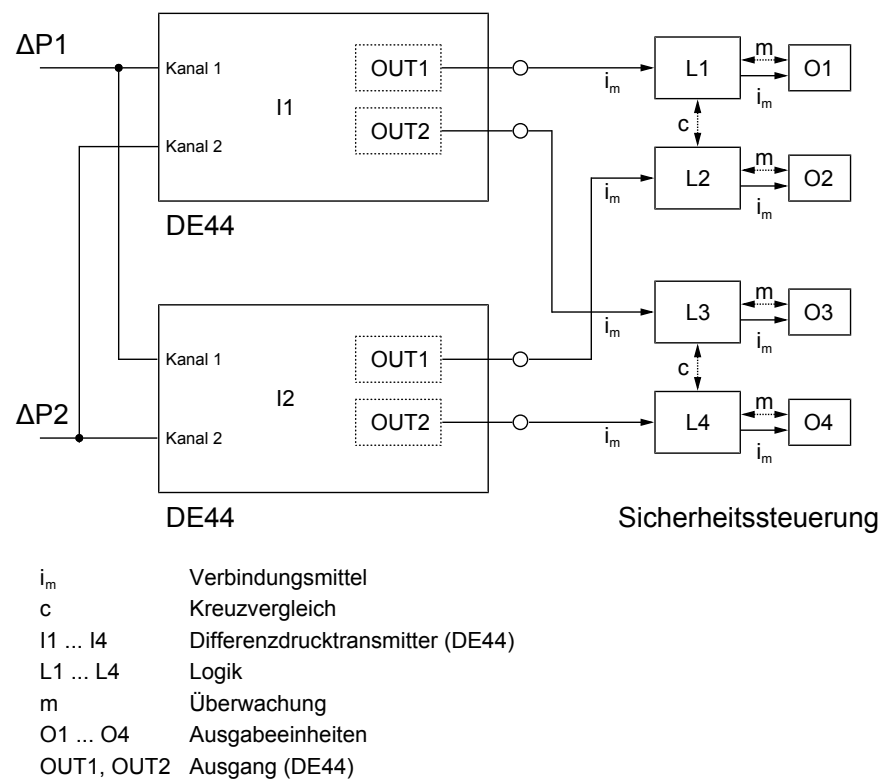


Abb. 3: Anschlussschema

## 2.4 Wiederkehrende Prüfungen

### 2.4.1 Wartung

Um einen gefährlichen unentdeckten Ausfall aufzudecken sind Proof-Tests ein notwendiger Bestandteil des Sicherheitskonzeptes. Bei einem Proof-Test werden folgende Aspekte einer sicherheitskritischen Komponente überprüft:

- Funktionalität
- erfüllt die Komponente die vorherrschenden Einsatzbedingungen
- sind die Schnittstellen zu weiteren Komponenten in Ordnung

Alle kritischen Teile müssen mit dem Proof-Test getestet werden. Für Nichtsicherheitskritische Teile genügt hingegen ein stichprobenartiger Test.

## 2.4.2 Funktionsprüfung

**HINWEIS! Die EMV- und Umweltbedingungen müssen den getesteten Niveaus der EMV-Richtlinie 2014/30/EU entsprechen.**

Die Festlegung der Proof-Test Prozedur für das gesamte Sicherheitstechnische-System ist Aufgabe des Betreibers.

Folgender Funktionstest ist für die sicherheitstechnische Komponente DE44 durchzuführen.

1. Überprüfung der Funktionalität bei Eingangswerten innerhalb und außerhalb des Messbereichs
2. Überprüfung der Schaltpunkte

Der Prüfdruck sollte möglichst mit dem Sicherheitstechnischen System (SIS) selbst erzeugt werden, sofern dies möglich ist. In diesem Falle könnte gleichzeitig überprüft werden, ob die Signale von der übergeordneten Sicherheitssteuerung korrekt verarbeitet und über den Aktor weitergeleitet werden.

Andernfalls muss der DE44 ausgebaut und wie folgt verschaltet werden. Die Klemmennummern für die Ausführung mit vier Schaltausgängen entnehmen Sie bitte der Betriebsanleitung.

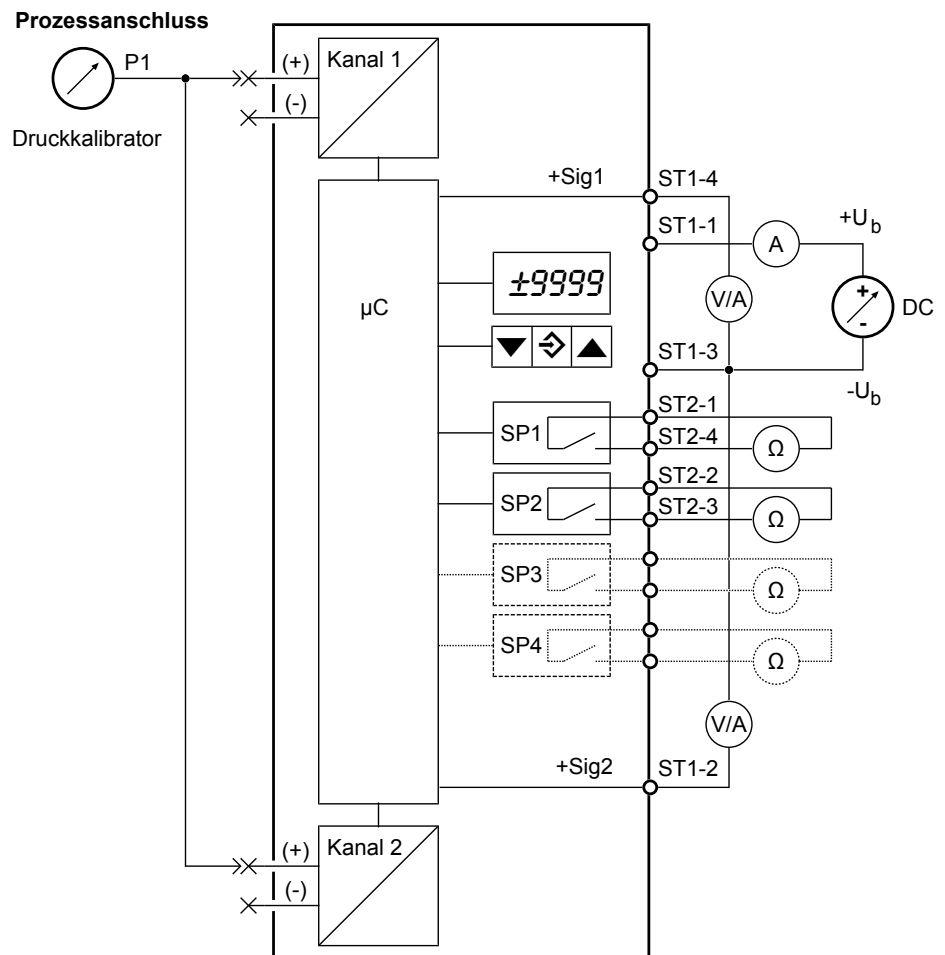


Abb. 4: Funktionstest

### Prüfmittelliste

Prüfmittel	Verwendung	Auflösung
Druckkalibrator ( $\pm 1$ bar)	Eingangssignal	0,1% vom Endwert
Multimeter	Stromaufnahme	1 mA
Multimeter	Ausgangssignal 1 und 2	1 $\mu$ A (10 mV)
Durchgangsprüfer	Schaltausgang 1...4	
Stromversorgung	12 ... 32 V DC einstellbar	0,1 V

### Eingangswerte innerhalb des Messbereichs

1. Stellen Sie eine Betriebsspannung von  $24 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$  ein.
2. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass dem Messbereichsanfang entspricht.
3. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen je nach Ausführung eines der folgenden Signale liefern:  
 $0 \text{ mA} + 0,10 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 0 ... 20 mA  
 $4 \text{ mA} \pm 0,08 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 4 ... 20 mA  
 $0 \text{ V} + 0,05 \text{ V}$  für Ausgangssignal 0 ... 10 V
4. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass dem Messbereichsende entspricht.
5. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen je nach Ausführung eines der folgenden Signale liefern:  
 $20 \text{ mA} \pm 0,10 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 0 ... 20 mA  
 $20 \text{ mA} \pm 0,08 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 4 ... 20 mA  
 $10 \text{ V} \pm 0,05 \text{ V}$  für Ausgangssignal 0 ... 10 V
6. Prüfen Sie die Stromaufnahme. Die Stromaufnahme darf einen Wert von 125 mA nicht überschreiten.

### Eingangswerte außerhalb des Messbereichs

1. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass deutlich unterhalb des Messbereichsanfang liegt.
2. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen je nach Ausführung eines der folgenden Signale liefern:  
 $0 \text{ mA} + 0,10 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 0 ... 20 mA  
 $< 4 \text{ mA} - 0,08 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 4 ... 20 mA  
 $0 \text{ V} + 0,05 \text{ V}$  für Ausgangssignal 0 ... 10 V
3. Stellen Sie mit dem Druckkalibrator ein Eingangssignal ein, dass deutlich oberhalb des Messbereichsanfang liegt.
4. Prüfen Sie beide Ausgangssignale. Beide Ausgänge müssen je nach Ausführung eines der folgenden Signale liefern:  
 $> 20 \text{ mA} - 0,10 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 0 ... 20 mA  
 $> 20 \text{ mA} - 0,08 \text{ mA}$  für Ausgangssignal 4 ... 20 mA  
 $> 10 \text{ V} - 0,05 \text{ V}$  für Ausgangssignal 0 ... 10 V

### Überprüfung der Schaltpunkte

1. Stellen Sie den Druckkalibrator auf den ersten Schaltpunkt ein und überprüfen Sie mit dem Durchgangsprüfer, ob der Schaltausgang seinen Zustand geändert hat.
2. Wiederholen Sie diesen Vorgang mit jedem folgenden Schaltpunkt.

### 2.4.3 Reparatur

Die Reparatur eines Gerätes kann nur der Hersteller durchführen.

Alle defekten oder mit Mängeln behafteten Geräte sind direkt an unsere Reparaturabteilung zu senden. Wir bitten darum alle Geräterücksendungen mit unserer Verkaufsabteilung abzustimmen.



#### **! WARNUNG**

##### **Messstoffreste**

Messstoffreste in und an ausgebauten Messgeräten können zur Gefährdung von Menschen, Umwelt und Einrichtungen führen. Ausreichende Vorsichtsmaßnahmen sind zu ergreifen. Gegebenenfalls sind die Geräte gründlich zu reinigen.

Zur Rücksendung des Gerätes die Originalverpackung oder eine geeignete Transportverpackung verwenden.

## 2.5 Sicherheitstechnische Kenngrößen

### 2.5.1 Sicherheitskennzahlen

<b>HFT = 0 (1 kanaliges System)</b>			<b>ISO Level</b>
Mittlere Betriebsdauer bis zum Ausfall	<b>MTTF<sub>D</sub></b>	329 Jahre	hoch
Diagnosedeckungsgrad	<b>DC<sub>AVG</sub></b>	48,6%	keiner
Erreichbarer Performance Level	<b>PL</b>	c Kat 1	

<b>Fehlerraten</b>		<b>FIT</b>
ungefährliche Fehler	<b>λ<sub>S</sub></b>	109
gefährliche Fehler	<b>λ<sub>D</sub></b>	304
entdeckbare gefährliche Fehler	<b>λ<sub>dd</sub></b>	148
unentdeckbare gefährlichen Fehler	<b>λ<sub>du</sub></b>	156

<b>HFT = 1 (redundantes System)</b>			<b>ISO Level</b>
Mittlere Betriebsdauer bis zum Ausfall	<b>MTTF<sub>D</sub></b>	395 Jahre	hoch
Diagnosedeckungsgrad	<b>DC<sub>AVG</sub></b>	70%	niedrig
Erreichbarer Performance Level	<b>PL</b>	d Kat 3	

<b>Fehlerraten</b>		<b>FIT</b>
ungefährliche Fehler	<b>λ<sub>S</sub></b>	122
gefährliche Fehler	<b>λ<sub>D</sub></b>	253
entdeckbare gefährliche Fehler	<b>λ<sub>dd</sub></b>	176
unentdeckbare gefährlichen Fehler	<b>λ<sub>du</sub></b>	77

Hinweis: Die Ausfallraten von HFT=1 gehen davon aus, dass die Maschinensteuerung eine Diagnose durch Signalvergleich durchführt.

## 3 Anhang

### 3.1 Glossar

Abk. (↓<sup>A</sup>/<sub>Z</sub>)

Definition

**DC**

(en) **Diagnostic Coverage Faktor**  
(de) Diagnosedeckungsgrad

Der DC Parameter gibt das Verhältnis der Anzahl aller entdeckbaren gefährlichen Fehler ( $\lambda_{DD}$ ) zur gesamten Anzahl der gefährlichen Fehler ( $\lambda_D$ ) an.

$$DC = \frac{\sum \text{erkannter gefährlicher Fehler}}{\sum \text{gesamter gefährlicher Fehler}} = \frac{\sum \lambda_{DD}}{\sum \lambda_D}$$

**FIT**

(en) **Failure in Time**  
(de) Ausfälle pro Zeit

Ausfallrate bezogen auf das Zeitintervall  $10^9$  Stunden.

$$1 \text{ FIT} = 1 \times 10^{-9} \frac{1}{\text{h}}$$

**FMEDA**

(en) **Failure Mode Effect and Diagnostic Analysis**  
(de) Gefährdung und Risikoanalyse

Verfahren zur Ermittlung von Fehlerursachen und deren Auswirkung auf das System.

**HDM**

(en) **High Demand Mode**  
(de) Betriebsart mit hoher Anforderungsstufe

Betriebsart mit hoher oder kontinuierlicher Anforderung der Sicherheitsfunktion. Die Anforderungsrate ist an das sicherheitsbezogene System ist mehr als einmal pro Jahr oder größer als die doppelte Frequenz der Wiederholungsprüfung.

**HFT**

(en) **Hardware Fault Tolerance**  
(de) Hardware-Fehlertoleranz

Die Hardware-Fehlertoleranz gibt an, wie viele gefährliche Fehler aufgrund der Architektur möglich sind, ohne dass die Ausführung der Sicherheitsfunktion gefährdet ist.

- HFT = 0  
Der Eintritt eines gefährlichen Fehlers führt bereits zum Ausfall der Sicherheitsfunktion.
- HFT = 1  
Erst der Eintritt von zwei gefährlichen Fehlern führt zum Ausfall der Sicherheitsfunktion.



<b>LDM</b>	<p>(en) <b>Low Demand Mode</b>          (de) Betriebsart mit niedriger Anforderungsstufe</p>
	<p>Die Sicherheitsfunktion wird nur auf Anforderung ausgeführt, um das System in einen festgelegten sicheren Zustand zu überführen. Die Häufigkeit von Anforderungen beträgt weniger als einmal pro Jahr und kleiner als die doppelte Frequenz der Wiederholungsprüfung.</p>
<b>MooN</b>	<p>(en) <b>Architecture with M out of N channels</b>          (de) Systemarchitektur mit M aus N Kanälen</p>
	<p>Systemarchitektur MooN mit den Variablen M und N:          Klassifizierung und Beschreibung des sicherheitsbezogenen Systems hinsichtlich der Redundanz und den angewandten Auswahlverfahren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N - gibt die gesamte Anzahl der redundanten Kanäle einer sicherheitsbezogenen Architektur bzw. eines Sicherheitskreises an.</li> <li>• M – bestimmt, wie viele Kanäle korrekt arbeiten müssen, um die Sicherheitsfunktion auszuführen.</li> </ul>
<b>MTBF</b>	<p>(en) <b>Mean Time Between Failures</b>          (de) Mittlere Brauchbarkeitsdauer</p>
	<p>Mittlere Betriebsdauer zwischen zwei Ausfällen.</p>
<b>MTTF<sub>d</sub></b>	<p>(en) <b>Mean Time To Dangerous Failures</b>          (de) Mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall</p>
	<p>Betriebsdauer bis zu einem gefahrbringenden Fehler.</p>
<b>MRT</b>	<p>(en) <b>Mean Repair Time</b>          (de) Mittlere Reparaturdauer</p>
	<p>Mittlere Zeitdauer für die Reparatur.</p>
<b>MTTR</b>	<p>(en) <b>Mean Time To Repair</b>          (de) Mittlere Instandsetzungszeit</p>
	<p>Mittlere Zeitdauer zwischen dem Auftreten eines Fehlers und der Wiederherstellung des Systems.</p>
<b>PF<sub>D</sub></b>	<p>(en) <b>Probability of Failure on Demand</b>          (de) Wahrscheinlichkeit einer Fehlfunktion im Anforderungsfall</p>
	<p>Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung der Sicherheitsfunktion für eine Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate (Low Demand).</p>
<b>PF<sub>H</sub></b>	<p>(en) <b>Probability of a dangerous Failure per Hour</b>          (de) Ausfallwahrscheinlichkeit pro Stunde für die Sicherheitsfunktion</p>
	<p>Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls der Sicherheitsfunktion für eine Betriebsart mit hoher oder kontinuierlicher Anforderungsrate (High Demand).</p>

<b>PFS</b>	<p><b>(en) Probability of Failure Spurious</b>  <b>(de) Ausfallwahrscheinlichkeit aufgrund einer nicht beabsichtigten Prozessabschaltung</b></p>
	<p>Häufigkeit eines Ausfalls aufgrund eines Fehlalarms, der zu einer nicht beabsichtigten Prozessabschaltung durch das sicherheitstechnische-System führt. Je kleiner der Wert ist umso verfügbarer ist das System.</p>
<b>SFF</b>	<p><b>(en) Safe Failure Fraction</b>  <b>(de) Anteil der ungefährlichen Ausfälle</b></p>
	<p>Er ergibt sich aus der Rate der ungefährlichen Fehler plus der diagnostizierten bzw. erkannten Fehler im Verhältnis zur gesamten Ausfallrate des Systems.</p>
<b>SIF</b>	<p><b>(en) Safety Instrumented Function</b>  <b>(de) Sicherheitstechnische Funktion</b></p>
	<p>Die Sicherheitsfunktion (SIF) ist eine Schutzmaßnahme, die nur im Störfall aktiviert wird und dann verhindert, dass Personen, Umwelt und Sachwerte Schaden nehmen.</p>
<b>SIL</b>	<p><b>(en) Safety Integrity Level</b>  <b>(de) Sicherheits-Integritätslevel</b></p>
	<p>Eine von vier diskreten Stufen, um die Anforderungen an die Zuverlässigkeit der Sicherheitsfunktionen in Sicherheitstechnischen-Systemen zu beurteilen. SIL 4 bezeichnet die höchste und SIL1 die niedrigste Stufe der Sicherheitsintegrität. Jeder Level entspricht einem Wahrscheinlichkeitsbereich für das Versagen einer Sicherheitsfunktion.</p>
<b>SIS</b>	<p><b>(en) Safety Instrumented System</b>  <b>(de) Sicherheitstechnisches-System</b></p>
	<p>Sicherheitstechnisches-System zur Ausführung einer oder mehrerer sicherheitstechnischer Funktionen. Ein solches System besteht mindestens aus einem Sensor, einer übergeordneten Sicherheitssteuerung und einem Aktor.</p>
<b>T<sub>1</sub></b>	<p><b>(en) Proof Test Interval</b>  <b>(de) Prüfintervall</b></p>
	<p>Das Sicherheitstechnische-System muss sich stets in einem Zustand befinden, der die festgelegte Sicherheits-Integrität garantiert. Der Proof-Test ist die durchzuführende Prüfung, die dies bestätigt. Das Prüfintervall gibt an in welchen Zeitabständen ein Proof-Test durchzuführen ist, um die Sicherheitsfunktion zu garantieren.</p>

### 3.2 Fehlerraten

Die Fehlerraten unterscheiden sich grundsätzlich wie folgt:

- sichere Fehler
- gefährliche Fehler

Diese Fehlertypen werden nochmals unterschieden in entdeckbare und unentdeckbare Fehler.

Die sicheren Fehler, egal ob entdeckt oder unentdeckt, haben auf die Sicherheitsfunktion keinen Einfluss. Gefährliche Fehler führen hingegen zu einem gefährlichen Zustand des Systems. Eine Übersicht gibt das nachfolgende Diagramm.

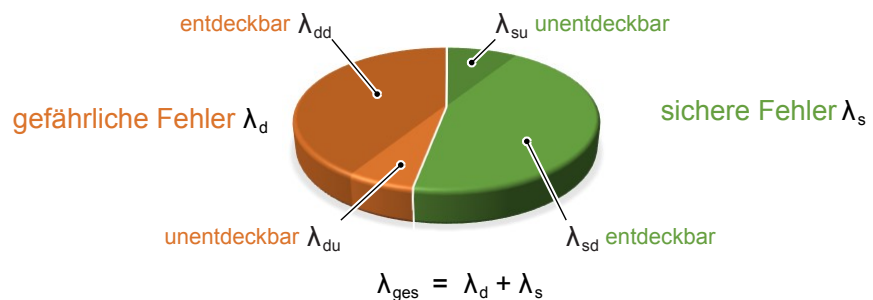


Abb. 5: Fehlerraten

$\lambda_d$	(en) <b>Dangerous failure rate</b> (de) Rate aller gefährlichen Fehler
$\lambda_{dd}$	(en) <b>Dangerous detected failure rate</b> (de) Rate aller entdeckbaren gefährlichen Fehler
$\lambda_{du}$	(en) <b>Dangerous undetected failure rate</b> (de) Rate aller unentdeckbaren gefährlichen Fehler
$\lambda_s$	(en) <b>Safe failure rate</b> (de) Rate aller ungefährlichen Fehler
$\lambda_{sd}$	(en) <b>Safe detected failure rate</b> (de) Rate aller entdeckbaren sicheren Fehler
$\lambda_{su}$	(en) <b>Safe undetected failure rate</b> (de) Rate aller unentdeckbaren sicheren Fehler

### 3.3 Gerätetypen

#### Typ-A

##### Einfaches Betriebsmittel

Typ A Geräte sind „einfache“ Geräte bei denen das Ausfallverhalten aller eingesetzten Bauteile und das Verhalten unter Fehlerbedingungen vollständig bekannt ist.

Sie enthalten z.B. Relais, Widerstände und Transistoren, jedoch keine komplexen elektronischen Bauelemente wie z.B. Mikrocontroller.

#### Typ-B

##### Komplexes Betriebsmittel

Typ B Geräte sind „komplexe“ Geräte bei denen das Ausfallverhalten der eingesetzten Bauteile und das Verhalten unter Fehlbedingungen nicht vollständig bekannt ist.

Diese Geräte enthalten elektronische Bauelemente wie Mikrocontroller, Mikroprozessoren oder ASICs. Bei diesen Bauelementen und insbesondere bei softwaregesteuerten Funktionen ist es schwierig, alle Fehler vollständig zu bestimmen.

### 3.4 Symbolerklärung



#### **GEFAHR**

##### Art und Quelle der Gefahr

Diese Darstellung wird verwendet um auf eine **unmittelbar** gefährliche Situation hinzuweisen, die Tod oder schwerste Körperverletzungen zur Folge **haben wird** (höchste Gefährdungsstufe).

- a) Vermeiden Sie die Gefahr, indem Sie die geltenden Sicherheitsbestimmungen beachten.



#### **WARNUNG**

##### Art und Quelle der Gefahr

Diese Darstellung wird verwendet um auf eine **möglicherweise** gefährliche Situation hinzuweisen, die Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge **haben kann** (mittlere Gefährdungsstufe).

- a) Vermeiden Sie die Gefahr, indem Sie die geltenden Sicherheitsbestimmungen beachten.



#### **VORSICHT**

##### Art und Quelle der Gefahr

Diese Darstellung wird verwendet um auf eine **möglicherweise** gefährliche Situation hinzuweisen, die leichte bis mittlere Körperverletzungen, Sach- oder Umweltschäden zur Folge **haben kann** (niedrige Gefährdungsstufe).

- a) Vermeiden Sie die Gefahr, indem Sie die geltenden Sicherheitsbestimmungen beachten.



#### **HINWEIS**

##### Hinweis / Tipp

Diese Darstellung wird verwendet um nützliche Hinweise oder Tipps für einen effizienten und störungsfreien Betrieb zu geben.

### 3.5 Adresse



#### **FISCHER Mess- und Regeltechnik GmbH**

Bielefelder Str. 37a  
D-32107 Bad Salzuflen  
Tel. +49 5222-974-0  
Fax. +49 5222-7170

web : [www.fischermesstechnik.de](http://www.fischermesstechnik.de)  
eMail : [info@fischermesstechnik.de](mailto:info@fischermesstechnik.de)