

Funktionale Sicherheit

M-LB-(Ex-)4000-System –
Überspannungsschutz-
Barrieren

Handbuch

SIL

IEC 61508/61511



CE **SIL 3** 

Es gelten die Allgemeinen Lieferbedingungen für Erzeugnisse und Leistungen der Elektroindustrie, herausgegeben vom Zentralverband Elektroindustrie (ZVEI) e. V. in ihrer neuesten Fassung sowie die Ergänzungsklausel: "Erweiterter Eigentumsvorbehalt".

Weltweit

Pepperl+Fuchs-Gruppe

Lilienthalstr. 200

68307 Mannheim

Deutschland

Telefon: +49 621 776 - 0

E-Mail: info@de.pepperl-fuchs.com

<https://www.pepperl-fuchs.com>

1	Einleitung	5
1.1	Inhalt des Dokuments	5
1.2	Sicherheitsinformationen	6
1.3	Verwendete Symbole	7
2	Produktbeschreibung	8
2.1	Funktion	8
2.2	Schnittstellen	9
2.3	Kennzeichnung	9
2.4	Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit	9
3	Planung	10
3.1	Systemstruktur	10
3.2	Annahmen	11
3.3	Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand	12
3.4	Sicherheitskennwerte	14
3.5	Gebrauchsdauer	21
4	Montage und Installation	22
4.1	Montage	22
4.2	Konfiguration	22
5	Betrieb	23
5.1	Wiederholungsprüfung	23
6	Wartung und Reparatur	28
7	Abkürzungsverzeichnis	29

1 Einleitung

1.1 Inhalt des Dokuments

Dieses Dokument enthält Informationen zur Verwendung des Geräts in Anwendungen für funktionale Sicherheit. Diese Informationen benötigen Sie für den Einsatz Ihres Produkts in den zutreffenden Phasen des Produktlebenszyklus. Dazu können zählen:

- Produktidentifizierung
- Lieferung, Transport und Lagerung
- Montage und Installation
- Inbetriebnahme und Betrieb
- Instandhaltung und Reparatur
- Störungsbeseitigung
- Demontage
- Entsorgung



Hinweis!

Dieses Dokument ersetzt nicht die Betriebsanleitung.



Hinweis!

Entnehmen Sie die vollständigen Informationen zum Produkt der Betriebsanleitung und der weiteren Dokumentation im Internet unter www.pepperl-fuchs.com.



Hinweis!

Sie finden spezifische Geräteinformationen wie z. B. das Baujahr, indem Sie den QR-Code auf dem Gerät scannen. Alternativ geben Sie die Seriennummer in der Seriennummernsuche unter www.pepperl-fuchs.com ein.

Die Dokumentation besteht aus folgenden Teilen:

- Vorliegendes Dokument
- Betriebsanleitung
- Handbuch
- Datenblatt

Zusätzlich kann die Dokumentation aus folgenden Teilen bestehen, falls zutreffend:

- EU-Baumusterprüfbescheinigung
- EU-Konformitätserklärung
- Konformitätsbescheinigung
- Zertifikate
- Control Drawings
- FMEDA-Report
- Assessment-Report
- Weitere Dokumente

Weitere Informationen zu Produkten mit funktionaler Sicherheit von Pepperl+Fuchs finden Sie im Internet unter www.pepperl-fuchs.com/sil.

1.2 Sicherheitsinformationen

Zielgruppe, Personal

Die Verantwortung hinsichtlich Planung, Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage liegt beim Anlagenbetreiber.

Nur Fachpersonal darf die Montage, Inbetriebnahme, Betrieb, Instandhaltung und Demontage des Produkts durchführen. Das Fachpersonal muss die Betriebsanleitung und die weitere Dokumentation gelesen und verstanden haben.

Bestimmungsgemäße Verwendung

Das Gerät ist nur für eine sachgerechte und bestimmungsgemäße Verwendung zugelassen. Bei Zuwiderhandlung erlischt jegliche Garantie und Herstellerverantwortung.

Das Gerät wurde nach den einschlägigen Sicherheitsstandards entwickelt, hergestellt und geprüft.

Verwenden Sie das Gerät nur

- für die beschriebene Anwendung
- unter den angegebenen Umgebungsbedingungen
- mit Geräten, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind

Bestimmungswidrige Verwendung

Der Schutz von Personal und Anlage ist nicht gewährleistet, wenn das Gerät nicht entsprechend seiner bestimmungsgemäßen Verwendung eingesetzt wird.

1.3 Verwendete Symbole

Dieses Dokument enthält Symbole zur Kennzeichnung von Warnhinweisen und von informativen Hinweisen.

Warnhinweise

Sie finden Warnhinweise immer dann, wenn von Ihren Handlungen Gefahren ausgehen können. Beachten Sie unbedingt diese Warnhinweise zu Ihrer persönlichen Sicherheit sowie zur Vermeidung von Sachschäden.

Je nach Risikostufe werden die Warnhinweise in absteigender Reihenfolge wie folgt dargestellt:



Gefahr!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer unmittelbar drohenden Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, drohen Personenschäden bis hin zum Tod.



Warnung!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung oder Gefahr.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können Personenschäden oder schwerste Sachschäden drohen.



Vorsicht!

Dieses Symbol warnt Sie vor einer möglichen Störung.

Falls Sie diesen Warnhinweis nicht beachten, können das Produkt oder daran angeschlossene Systeme und Anlagen gestört werden oder vollständig ausfallen.

Informative Hinweise



Hinweis!

Dieses Symbol macht auf eine wichtige Information aufmerksam.



Handlungsanweisung

Dieses Symbol markiert eine Handlungsanweisung. Sie werden zu einer Handlung oder Handlungsfolge aufgefordert.

2 Produktbeschreibung

2.1 Funktion

In diesem Handbuch werden ausschließlich Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand der Überspannungsschutz-Barriere als Teil des Überspannungsschutz-Systems beschrieben.



Gefahr!

Lebensgefahr durch falschen Einsatz des Geräts

Der Schutz des Sicherheitskreises gegen Überspannung ist **nicht die Sicherheitsfunktion** der Überspannungsschutz-Barriere.

Die Überspannungsschutz-Barriere schützt Anwendungen und Geräte gegen Überspannung durch Blitzschlag oder Schaltvorgänge.

Die Aussage zur Sicherheitsfunktion der Überspannungsschutz-Barriere beschreibt ausschließlich den Effekt auf Sicherheitskreise, in die die Barriere eingebaut wird.

Die Barriere verhält sich in den Sicherheitskreisen wie ein einfaches Durchgangselement.

Überspannungsschutz-Barriere M-LB-42**(M)

Das Gerät begrenzt induzierte Überspannungen unterschiedlicher Ursachen, wie z. B. Blitzschlag oder Schaltvorgänge. Die Begrenzung wird erreicht, indem der Strom gegen Erde abgeleitet wird und die Spannung im Signalkreis während der Dauer des Überspannungsstoßes begrenzt wird.

Das Gerät besteht aus Basismodul und Schutzmodul. Das Schutzmodul kann werkzeugfrei gewechselt werden.

Das Gerät besitzt eine Statusanzeige an der Frontseite.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

Die Hutschiene dient der Befestigung des Geräts im Schaltschrank und ist für die Erdung der Überspannungsschutz-Barrieren zuständig. Die Hutschiene montage garantiert eine möglichst niederohmige Erdverbindung des Geräts.

Überspannungsschutz-Barriere M-LB-Ex-42**(M)

Das Gerät begrenzt induzierte Überspannungen unterschiedlicher Ursachen, wie z. B. Blitzschlag oder Schaltvorgänge. Die Begrenzung wird erreicht, indem der Strom gegen Erde abgeleitet wird und die Spannung im Signalkreis während der Dauer des Überspannungsstoßes begrenzt wird.

Das Gerät eignet sich für eigensichere Anwendungen.

Das Gerät besteht aus Basismodul und Schutzmodul. Das Schutzmodul kann werkzeugfrei gewechselt werden.

Das Gerät besitzt eine Statusanzeige an der Frontseite.

Das Gerät wird auf einer 35-mm-Hutschiene nach EN 60715 montiert.

Die Hutschiene dient der Befestigung des Geräts im Schaltschrank und ist für die Erdung der Überspannungsschutz-Barrieren zuständig. Die Hutschiene montage garantiert eine möglichst niederohmige Erdverbindung des Geräts.

2.2 Schnittstellen

Das Gerät besitzt die folgenden Schnittstellen.

- Sicherheitsrelevante Schnittstellen: geschützte Signalleitungen
- Nicht sicherheitsrelevante Schnittstellen: Statusanzeige



Hinweis!

Informationen zu den entsprechenden Anschlüssen finden Sie im Datenblatt.

2.3 Kennzeichnung

Pepperl+Fuchs-Gruppe Lilienthalstraße 200, 68307 Mannheim, Deutschland
Internet: www.pepperl-fuchs.com

Überspannungsschutz-Barrieren M-LB-42**(.M), M-LB-Ex-42**(.M)	Bis SIL 3
---	-----------

Die mit * markierten Stellen sind Platzhalter für Varianten des Geräts.

2.4 Normen und Richtlinien für Funktionale Sicherheit

Gerätespezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC/EN 61508, Teil 2, Ausgabe 2010: Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme (Hersteller)
------------------------	---

Systemspezifische Normen und Richtlinien

Funktionale Sicherheit	IEC 61511-1:2016+COR1:2016+A1:2017 EN 61511-1:2017+A1:2017 Funktionale Sicherheit – Sicherheitstechnische Systeme für die Prozessindustrie (Anwender)
------------------------	---

3 Planung

3.1 Systemstruktur

3.1.1 Low Demand Mode (Betriebsart mit niedriger Anforderungsrate)

Für Anwendungen, bei denen zwei separate Steuer- oder Regelkreise für den normalen Betrieb und für den sicherheitstechnischen Betrieb realisiert werden, wird in der Regel eine Anforderungsrate für den Sicherheitskreis von weniger als einmal im Jahr angenommen.

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

- den PFD_{avg}-Wert (Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)) und den T₁-Wert (Wiederholungsprüfungs-Intervall, das den PFD_{avg}-Wert direkt beeinflusst)
- den SFF-Wert (Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle))
- die HFT-Architektur (Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz))

3.1.2 High Demand oder Continuous Mode (Betriebsart mit hoher Anforderungsrate oder kontinuierlicher Anforderung)

Für Anwendungen, bei denen nur ein Sicherheitskreis realisiert wird, der den normalen Betrieb und den sicherheitsbezogenen Betrieb kombiniert, wird in der Regel eine Anforderungsrate für diesen Sicherheitskreis von mehr als einmal im Jahr angenommen.

Prüfen Sie die folgenden relevanten Sicherheitsparameter:

- den PFH-Wert (Probability of dangerous Failure per Hour (Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde))
- die Fehlerreaktionszeit des Sicherheitssystems
- den SFF-Wert (Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle))
- die HFT-Architektur (Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz))

3.1.3 Anteil sicherer Ausfälle (SFF, Safe Failure Fraction)

Der Anteil sicherer Ausfälle beschreibt das Verhältnis von sicheren Ausfällen und erkannten gefährlichen Ausfällen zur Gesamtausfallrate.

$$SFF = (\lambda_s + \lambda_{dd}) / (\lambda_s + \lambda_{dd} + \lambda_{du})$$

Der Anteil sicherer Ausfälle ist nach IEC/EN 61508 nur für Elemente oder (Teil-)Systeme in einem vollständigen Sicherheitskreis relevant. Das betrachtete Gerät ist immer Teil eines Sicherheitskreises, gilt aber nicht als vollständiges Element oder Teilsystem.

Für die Berechnung des SIL-Levels eines Sicherheitskreises ist es erforderlich, den Anteil sicherer Ausfälle der Elemente und der Teilsysteme zu bewerten und nicht nur die eines einzelnen Geräts.

Trotzdem wird der SFF-Wert des Geräts in diesem Dokument zur Referenz angegeben.

3.2 Annahmen

Während der FMEDA wurden folgende Annahmen getroffen:

- Das Gerät wird unter durchschnittlichen industriellen Umgebungsbedingungen eingesetzt, die vergleichbar sind mit der Klassifizierung **Stationär montiert** nach MIL-HDBK-217F. Alternativ dürfen im Industriebereich typische Betriebsbedingungen vergleichbar mit IEC/EN 60654-1 Klasse C mit einer Durchschnittstemperatur von 40 °C über einen langen Zeitraum angenommen werden. Für eine Durchschnittstemperatur von 60 °C müssen die Ausfallraten mit dem auf Erfahrungswerten basierenden Faktor 2,5 multipliziert werden. Ein ähnlicher Faktor muss verwendet werden, falls häufige Temperaturschwankungen zu erwarten sind.
- Die Ausfallraten der externen Stromversorgung sind nicht enthalten.
- Eine Fortpflanzung der Ausfälle wird nicht berücksichtigt.
- Die Ausfallraten sind konstant, Verschleiß wird nicht berücksichtigt.
- Der Regelkreis hat die Hardware-Fehlertoleranz **0** und ist ein Gerät des Typs **A**. Ein SFF-Wert ist für dieses Gerät nicht angegeben, da der Wert wie im folgenden Abschnitt beschrieben im Zusammenhang mit dem angeschlossenen Feldgerät berechnet werden muss.

Anwendung

Die Überspannungsschutz-Barriere und das angeschlossene Gerät (Feldgerät, Trennbaustein oder Aktor) müssen zusammen betrachtet werden. Das PFD_{avg}/PFH-Budget der einzelnen Gerätekategorien im gesamten Sicherheitskreis beträgt für:

- Aktor (Ventil) 40 %
- Transmitter (Sensor) 25 %
- Trennbaustein 10 %

In der Übersicht für den SIL2- oder SIL3-Sicherheitskreise bedeutet das:

Gerätekategorie	SIL 2		SIL 3	
	PFH	PFD _{avg}	PFH	PFD _{avg}
Gesamt	10 ⁻⁶	10 ⁻²	10 ⁻⁷	10 ⁻³
Aktor (40 %)	4 x 10 ⁻⁷	4 x 10 ⁻³	4 x 10 ⁻⁸	4 x 10 ⁻⁴
Transmitter (25 %)	2,5 x 10 ⁻⁷	2,5 x 10 ⁻³	2,5 x 10 ⁻⁸	2,5 x 10 ⁻⁴
Trennbaustein (10 %)	10 ⁻⁷	10 ⁻³	10 ⁻⁸	10 ⁻⁴

Tabelle 3.1 Übersicht PFD_{avg}/PFH-Budget

3.3 Sicherheitsfunktion und sicherer Zustand

Die Sicherheitsfunktion der Überspannungsschutz-Barrieren hängt vom angeschlossenen Signalkreis ab. Bewertet wurde die Beeinflussung von sicherheitsrelevanten Signalen, die die Geräte weiterleiten (z. B. 4 mA ... 20 mA-Analogsignal).

Beachten Sie die PFH-/PFD_{avg}-Werte im Handbuch Funktionale Sicherheit und die angegebenen Berechnungsregeln. Die Geräte erfüllen die Anforderungen für SIL 3 und können zur Weiterleitung von sicherheitsrelevanten Signalen in Anwendungen bis SIL 3 eingesetzt werden.

Die Überspannungsschutz-Barrieren begrenzen induzierte Überspannungen unterschiedlicher Ursachen, wie z. B. Blitzschlag oder Schaltvorgänge. Diese Schutzfunktion selbst ist nicht die Sicherheitsfunktion der Geräts.

Sicherer Zustand

Der sichere Zustand ist abhängig vom Anwendungsfall. Es werden 6 Anwendungsfälle unterschieden:

- Binäreingang (NAMUR-Signal)
Leitungsbruch und Kurzschluss sind außerhalb des Bereichs und werden als sichere Ausfälle gezählt.
- Binärausgang (sicherheitsbezogenes Abschalten – DTS)
Leitungsbruch und Kurzschluss unterbrechen die Energieübertragung zum Feld und werden als sichere Ausfälle gezählt.
- Analogeingang (4 mA ... 20 mA)
Leitungsbruch und Kurzschluss sind außerhalb des Bereichs und werden als sichere Ausfälle gezählt.
- Analogausgang (4 mA ... 20 mA)
Leitungsbruch und Kurzschluss unterbrechen die Energieübertragung zum Feld und werden als sichere Ausfälle gezählt.
- Widerstandsthermometer (RTD)
Messstrom = 200 µA (z. B. KFD2-UT2-1)
- $R \leq 3137 \Omega$ (Pt1000 bei 600 °C)
- $R \geq 60 \Omega$ (Pt100 bei -100 °C)
Leitungswiderstand = 35 Ω (1000 m total und 0,5 mm² Cu)
Leitungsbruch und Kurzschluss sind außerhalb des Bereichs und werden als sichere Ausfälle gezählt.
- Thermoelement (TC)
- $U \leq 80 \text{ mV}$ (Typ E bei 1000 K)
- $U \geq -10 \text{ mV}$ (Typ E bei -270 K)
Leitungsbruch und Kurzschluss führen zu plausiblen Temperaturmessungen und wurden als gefährlich unerkant eingestuft. Es gelten spezielle Werte, siehe Kapitel 3.4.
Falls Sie einen Messumformer mit Leitungsfehlererkennung verwenden, gelten die Werte für normale 2-Draht-Anwendungen.

Für die Auswertung wurden alle Abweichungen des Eingangssignals als gefährlich unentdeckt eingestuft, wenn die Abweichungen

- den spezifizierten Leckstrom überschreiten oder
- den Leitungswiderstand um mehr als 1 Ω vergrößern.

Der Anwender muss den gültigen Bereich für die Signale in der Anwendung beachten und entsprechend reagieren, wenn dieser Bereich verlassen wird.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Werte sind für 2-Draht-Anwendungen berechnet, da Feldgeräte in der Regel mit mehr als einer Leitung verbunden werden.

Addieren Sie für die Berechnung die Zahlen aus der jeweiligen Spalte zu den Zahlen des Sicherheitskreises. Sie sind bereits für die jeweilige Anwendung zusammengefasst.

Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion der Überspannungsschutz-Barriere besteht darin, sich wie ein Stück Kupferdraht zu verhalten, indem die Barriere das Prozesssignal durchlässt, ohne das Signal zu verändern.

Reaktionszeit

Die Reaktionszeit ist < 1 ms.



Hinweis!

Der Fehlermeldeausgang ist nicht sicherheitsrelevant.



Hinweis!

Weitere Informationen finden Sie in den entsprechenden Datenblättern.

3.4 Sicherheitskennwerte

M-LB-4224, M-LB-4244, M-LB-4254

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	3 FIT	3 FIT
λ_{dd}	0 FIT	7 FIT
λ_{du}	10 FIT	3 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	37 FIT	37 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	13 FIT	13 FIT
MTBF ⁵	2269 Jahre	2269 Jahre

Tabelle 3.2

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-4222, M-LB-4242, M-LB-4252

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	3 FIT	3 FIT
λ_{dd}	0 FIT	2 FIT
λ_{du}	10 FIT	8 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	37 FIT	37 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	13 FIT	13 FIT
MTBF ⁵	2269 Jahre	2269 Jahre

Tabelle 3.3

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-4212

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	3 FIT	3 FIT
λ_{dd}	0 FIT	13 FIT
λ_{du}	16 FIT	3 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	44 FIT	44 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	19 FIT	19 FIT
MTBF ⁵	1803 Jahre	1803 Jahre

Tabelle 3.4

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-4214

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	3 FIT	3 FIT
λ_{dd}	0 FIT	17 FIT
λ_{du}	20 FIT	3 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	48 FIT	48 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	2 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	23 FIT	23 FIT
MTBF ⁵	1601 Jahre	1601 Jahre

Tabelle 3.5

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-Ex-4242

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	3 FIT	3 FIT
λ_{dd}	0 FIT	6 FIT
λ_{du}	10 FIT	4 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	54 FIT	54 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	13 FIT	13 FIT
MTBF ⁵	1696 Jahre	1696 Jahre

Tabelle 3.6 1

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-4272

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	2 FIT	2 FIT
λ_{dd}	0 FIT	2 FIT
λ_{du}	4 FIT	2 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	36 FIT	36 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	6 FIT	6 FIT
MTBF ⁵	2686 Jahre	2686 Jahre

Tabelle 3.7

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

M-LB-4282

Parameter	Kennwerte	
Beurteilungstyp	FMEDA-Report	
Gerätetyp	A	
Betriebsart	Low Demand Mode oder High Demand Mode	
Sicherheitsfunktion ¹	Durchleitung des Signals	
SIL ²	3	
Analyse	Analyse 1 ³	Analyse 2 ⁴
λ_{sd}	0 FIT	0 FIT
λ_{su}	2 FIT	2 FIT
λ_{dd}	0 FIT	4 FIT
λ_{du}	6 FIT	2 FIT
$\lambda_{no\ effect}$	42 FIT	42 FIT
$\lambda_{no\ part}$	1 FIT	1 FIT
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	8 FIT	8 FIT
MTBF ⁵	2261 Jahre	2261 Jahre

Tabelle 3.8

- ¹ Der sichere Zustand der Überspannungsschutz-Barriere hängt vom Anwendungsfall ab.
- ² Der maximale Sicherheitsintegritätslevel des Sicherheitskreises, in dem das Gerät verwendet wird, hängt von den Leistungswerten des gesamten Sicherheitskreises oder der Elemente des Sicherheitskreises ab, siehe Abschnitt Anwendungsbeispiele.
- ³ Analyse 1 stellt den ungünstigsten Fall dar.
- ⁴ Analyse 2 stellt eine Analyse dar, bei der davon ausgegangen wird, dass Leitungskurzschlüsse und Kurzschlüsse gegen Masse feststellbar sind oder keine Auswirkungen haben.
- ⁵ nach SN29500. Dieser Wert enthält Ausfälle, die nicht Teil der Sicherheitsfunktion sind/MTTR = 24 h.

Die Sicherheitskennwerte wie PFD, PFH, SFF, HFT und T_1 wurden dem FMEDA-Bericht entnommen. Beachten Sie, dass PFD und T_1 voneinander abhängig sind.

Die Funktion der Geräte muss innerhalb des Wiederholungsprüfungs-Intervalls (T_1) überprüft werden.

3.5 Gebrauchsdauer

Obwohl, basierend auf einer probabilistischen Schätzung, eine konstante Ausfallrate angenommen wird, gilt diese nur unter der Voraussetzung, dass die Gebrauchsdauer der Bauteile nicht überschritten wird. Das Ergebnis dieser probabilistischen Schätzung ist nur bis zum Erreichen der Gebrauchsdauer gültig, da die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls danach signifikant zunimmt. Diese Gebrauchsdauer hängt in hohem Maße vom Bauteil selbst und dessen Betriebsbedingungen ab – insbesondere von der Temperatur. Beispielsweise können Elektrolyt-Kondensatoren sehr empfindlich auf die Betriebstemperatur reagieren.

Diese Annahme einer konstanten Ausfallrate basiert auf dem Verlauf einer Badewannenkurve, welcher für elektronische Bauteile typisch ist.

Daher ist es verständlich, dass diese Ausfallberechnung nur für Bauteile gilt, die diesen konstanten Bereich aufweisen, und dass die Gültigkeit der Berechnung auf die Gebrauchsdauer jedes Bauteils beschränkt ist.

Es wird angenommen, dass frühe Ausfälle zum Großteil während der Installation festgestellt werden und dass daher eine konstante Ausfallrate während der Gebrauchsdauer gilt.

Jedoch sollte sich nach IEC/EN 61508-2 die Annahme einer Gebrauchsdauer an allgemeingültigen Erfahrungswerten orientieren. Die Erfahrung zeigt, dass die Gebrauchsdauer oft in einem Bereich zwischen 8 und 12 Jahren liegt.

Nach DIN EN 61508-2:2011 Anmerkung N3 können geeignete Maßnahmen des Herstellers und des Anlagenbetreibers die Gebrauchsdauer verlängern.

Unserer Erfahrung nach kann die Gebrauchsdauer eines Produkts von Pepperl+Fuchs länger sein, wenn die Umgebungsbedingungen eine lange Gebrauchsdauer unterstützen, z. B. wenn die Umgebungstemperatur deutlich unter der maximalen Umgebungstemperatur liegt.

Beachten Sie, dass sich die Gebrauchsdauer auf die (konstante) Ausfallrate des Geräts bezieht. Die tatsächliche Lebensdauer kann davon abweichen.

Die geschätzte Gebrauchsdauer liegt über der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Zeitdauer für Gewährleistung oder über der Zeitdauer für Garantieleistungen des Herstellers. Daraus leitet sich aber keine Verlängerung der Gewährleistung oder von Garantieleistungen ab. Das Nichterreichen der geschätzten Gebrauchsdauer ist kein Sachmangel.

4 Montage und Installation



Gerät montieren und installieren

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Beachten Sie die Anforderungen an den Sicherheitskreis.
4. Schließen Sie das Gerät ausschließlich an Geräte an, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
5. Prüfen Sie die Sicherheitsfunktion, um das erwartete Verhalten des Ausgangs sicherzustellen.

4.1 Montage



Gerät montieren und erden

1. Montieren Sie das Gerät auf einer Hutschiene der Größe 35 mm x 7,5 mm nach EN 60715.
2. Erden Sie das Gerät über die Hutschiene.

4.2 Konfiguration

Eine Konfiguration des Geräts ist weder erforderlich noch möglich.

5

Betrieb**Gefahr!**

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Wenn der Sicherheitskreis außer Betrieb genommen wird, ist die Sicherheitsfunktion nicht mehr gewährleistet.

- Deaktivieren Sie nicht das Gerät.
- Umgehen Sie nicht die Sicherheitsfunktion.
- Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.

**Gerät betreiben**

1. Beachten Sie die Sicherheitshinweise in der Betriebsanleitung.
2. Beachten Sie die Informationen im Handbuch.
3. Verwenden Sie das Gerät ausschließlich mit Geräten, die für die Sicherheitsanwendung geeignet sind.
4. Beheben Sie alle auftretenden sicheren Ausfälle innerhalb von 24 Stunden. Treffen Sie Maßnahmen, um die Sicherheitsfunktion zu erhalten, während das Gerät repariert wird.

5.1

Wiederholungsprüfung

Führen Sie eine Wiederholungsprüfung nach IEC/EN 61508-2 durch, um potenziell gefährliche Ausfälle zu entdecken, die sonst nicht erkannt werden.

Prüfen Sie die Funktion des Teilsystems in periodischen Zeitabständen in Abhängigkeit von der angewendeten PFD_{avg} in Übereinstimmung mit den Sicherheitskennwerten. Siehe Kapitel 3.4.

Der Anlagenbetreiber ist verantwortlich, die Art der Wiederholungsprüfung und den Zeitabstand zwischen den Wiederholungsprüfungen zu definieren.

Benötigte Ausrüstung:

- 2 Digitalmultimeter mit einer Genauigkeit von 0,1 %
- Variable Versorgung 0 V DC ... 50 V DC und Strombegrenzung

**Ablauf der Wiederholungsprüfung**

1. Nehmen Sie den gesamten Sicherheitskreis außer Betrieb. Schützen Sie die Anwendung durch andere Maßnahmen.
2. Bauen Sie einen Testaufbau auf, siehe folgende Abbildungen.
3. Testen Sie das Gerät, siehe folgende Tabellen.
4. Setzen Sie das Gerät nach der Prüfung auf die ursprünglichen Einstellungen für die Anwendung zurück.

Leckstrommessung

Gerät	Schritt	Messung	Erwartetes Ergebnis
M-LB-4212(.M)	1	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 10 µA
	2	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
	3	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
M-LB-4214(.M)	1	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 5 µA
	2	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	
	3	6 V AC oder 8,5 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	
M-LB-4222(.M)	1	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 30 µA
	2	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
	3	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
M-LB-4224(.M)	1	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 10 nA
	2	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 70 nA
	3	10,6 V AC oder 15 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 70 nA
M-LB-(Ex)-4242(.M)	1	25,4 V AC oder 36 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 30 µA
	2	25,4 V AC oder 36 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
	3	25,4 V AC oder 36 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
M-LB-4244(.M)	1	23,3 V AC oder 33 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 10 nA
	2	23,3 V AC oder 33 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 70 nA
	3	23,3 V AC oder 33 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 70 nA
M-LB-4252(.M)	1	39,6 V AC oder 56 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 30 µA
	2	39,6 V AC oder 56 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
	3	39,6 V AC oder 56 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 10 nA
M-LB-4254(.M)	1	38,1 V AC oder 54 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 20 nA
	2	38,1 V AC oder 54 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	Leckstrom kleiner 100 nA
	3	38,1 V AC oder 54 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	Leckstrom kleiner 100 nA
M-LB-4272(.M)	1	127 V AC oder 180 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 50 nA
	2	127 V AC oder 180 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	
	3	127 V AC oder 180 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	

Gerät	Schritt	Messung	Erwartetes Ergebnis
M-LB-4282(.M)	1	250 V AC oder 320 V DC zwischen den Anschlussklemmen 1' und 2'	Leckstrom kleiner 50 nA
	2	250 V AC oder 320 V DC zwischen der Anschlussklemme 1' und Masse	
	3	250 V AC oder 320 V DC zwischen der Anschlussklemme 2' und Masse	

Tabelle 5.1

Widerstandsmessung

Gerät	Schritt	Messung	Erwartetes Ergebnis
M-LB-4212(.M)	1	Widerstand zwischen den Anschlussklemmen 1 und 1'	Widerstand ca. 1 Ω
M-LB-4214(.M)			
M-LB-4222(.M)	2	Widerstand zwischen den Anschlussklemmen 2 und 2'	
M-LB-4224(.M)			
M-LB-(Ex)-4242(.M)			
M-LB-4244(.M)			
M-LB-4252(.M)			
M-LB-4254(.M)			

Tabelle 5.2

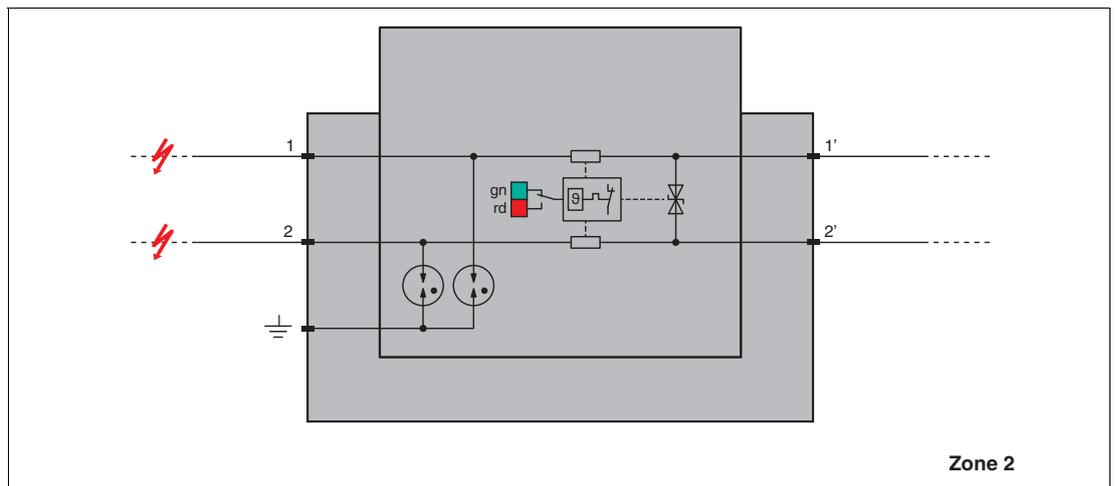


Abbildung 5.1 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4222(.M), M-LB-4242(.M), M-LB-4252(.M)

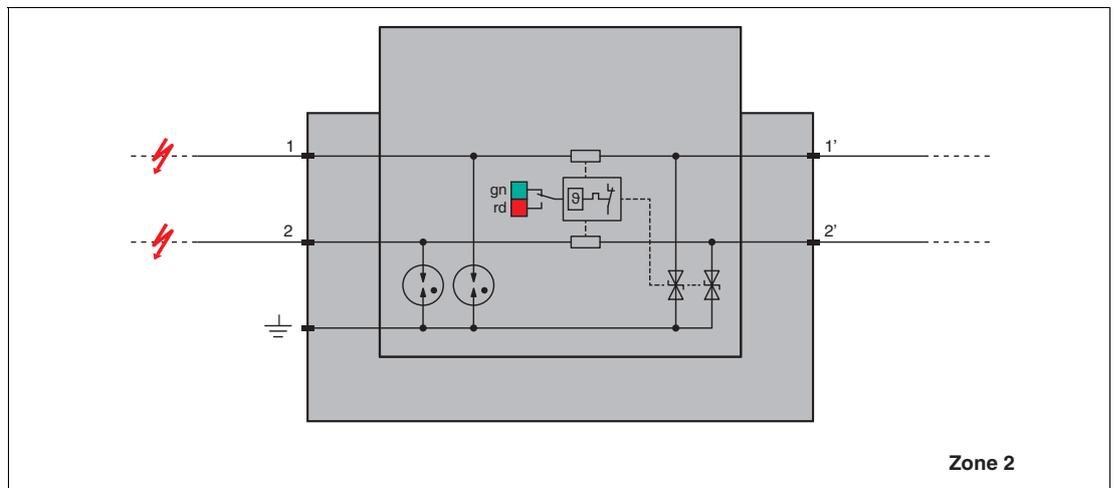


Abbildung 5.2 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4224(.M), M-LB-4244(.M), M-LB-4254(.M)

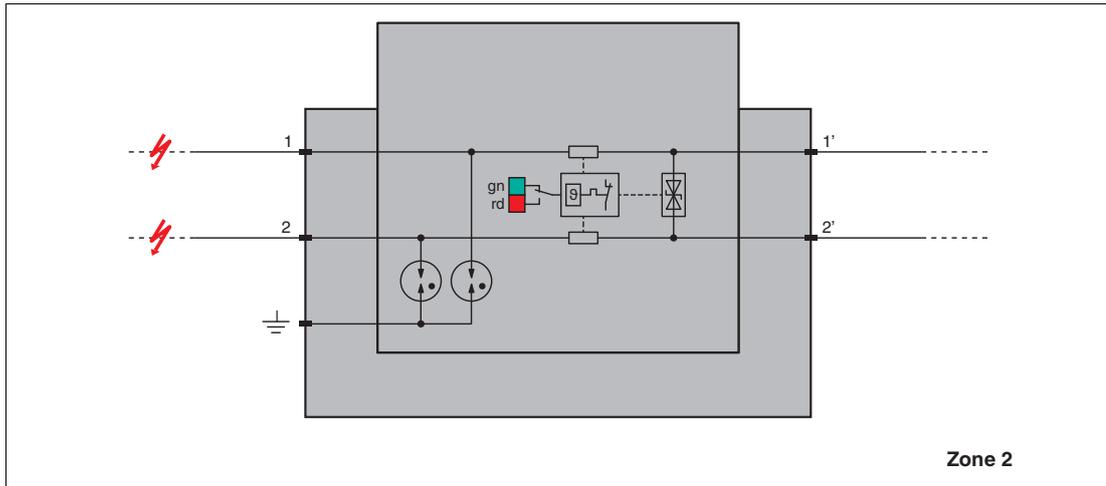


Abbildung 5.3 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4212(.M)

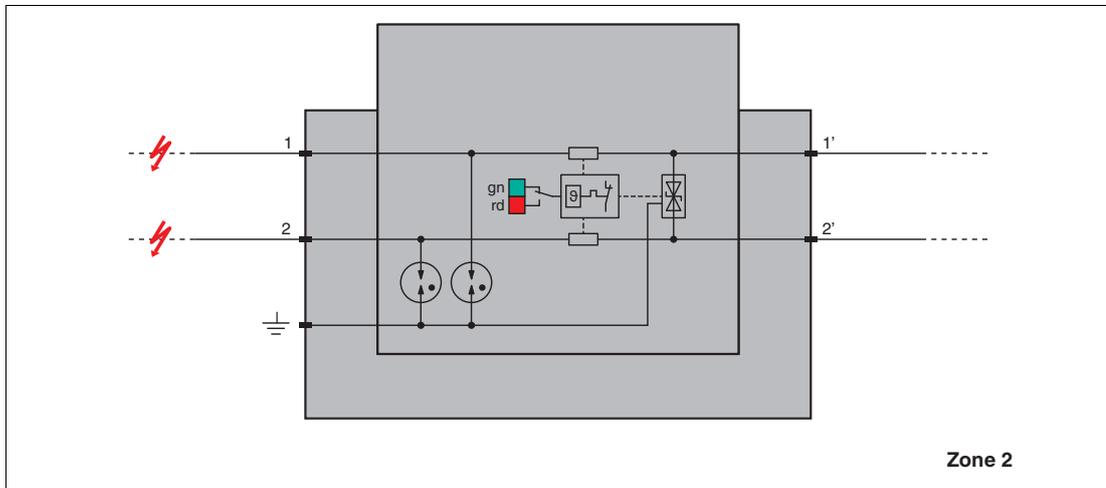


Abbildung 5.4 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4214(.M)

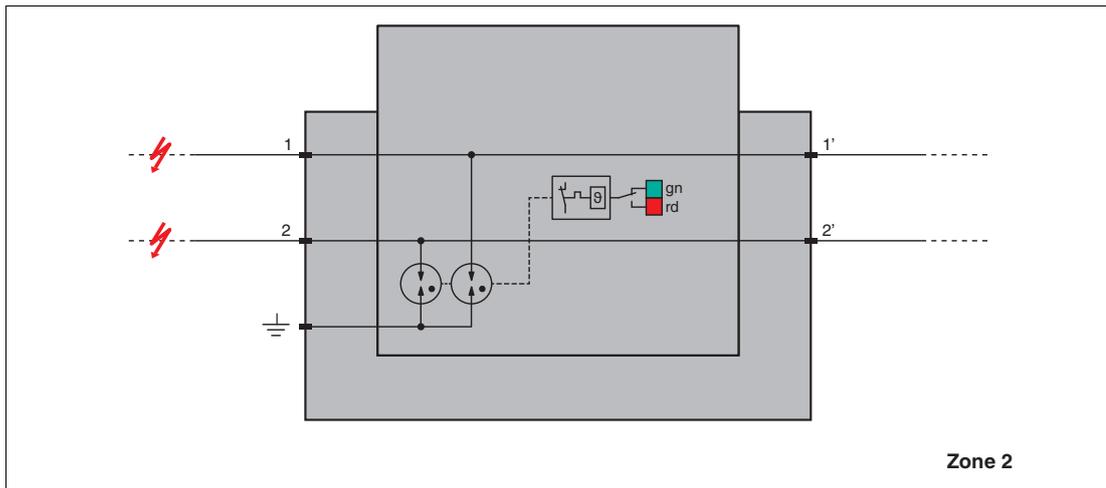


Abbildung 5.5 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4272(.M)

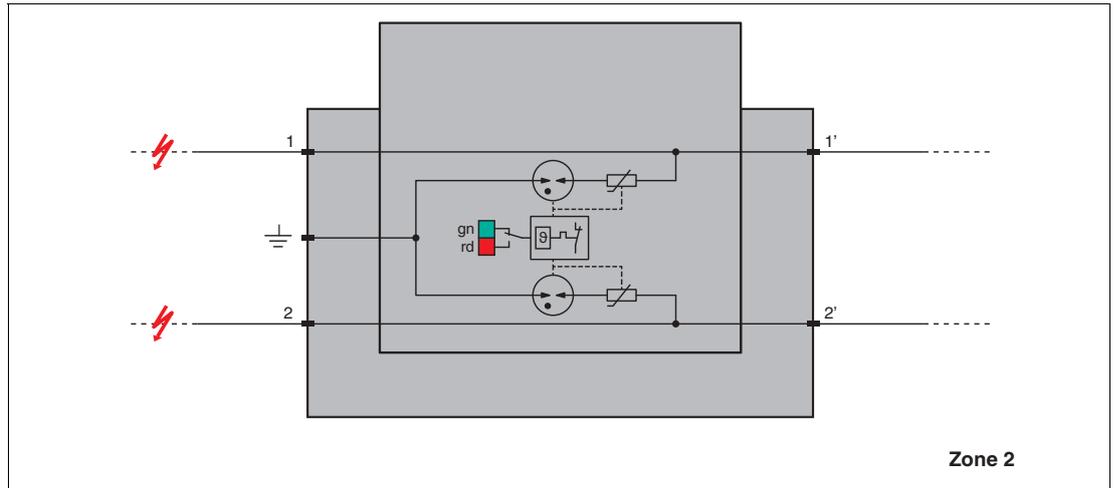


Abbildung 5.6 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-4282(.M)

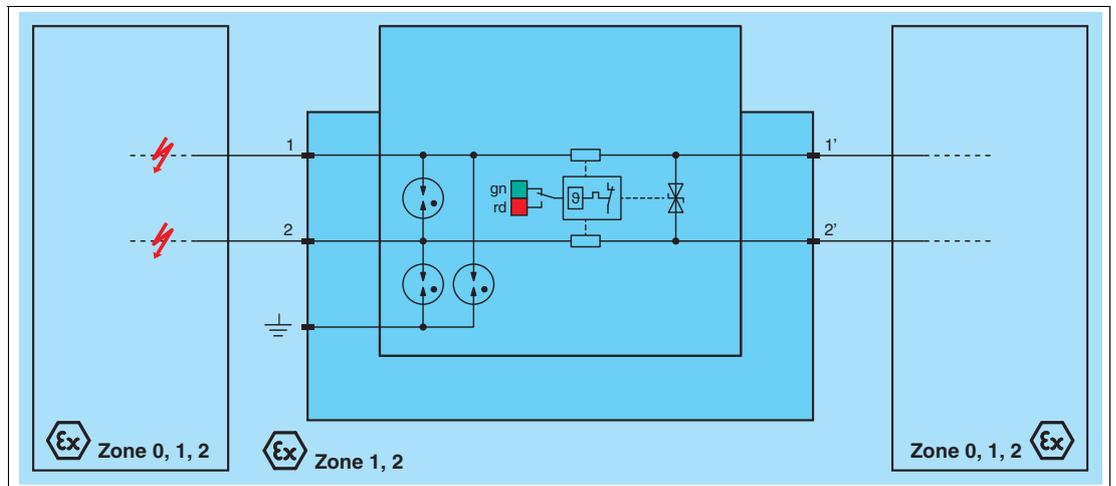


Abbildung 5.7 Aufbau Wiederholungsprüfung für M-LB-Ex-4242(.M)

6 **Wartung und Reparatur**



Gefahr!

Lebensgefahr durch fehlende Sicherheitsfunktion

Veränderungen am Gerät oder ein Defekt des Geräts können zum Ausfall des Geräts führen. Die Funktion des Geräts und des Sicherheitskreises ist nicht mehr gewährleistet.

Reparieren, verändern oder manipulieren Sie nicht das Gerät.



Gerät warten, reparieren oder austauschen

Im Fall einer Wartung, Reparatur oder eines Austausches des Geräts gehen Sie wie folgt vor:

1. Erstellen Sie geeignete Wartungspläne für die regelmäßige Wartung des Sicherheitskreises.
2. Während das Gerät gewartet, repariert oder ausgetauscht wird, funktioniert die Sicherheitsfunktion nicht.
Treffen Sie geeignete Maßnahmen, um Personal und Betriebsmittel zu schützen, während die Sicherheitsfunktion nicht verfügbar ist.
Sichern Sie die Anwendung gegen versehentliches Wiedereinschalten.
3. Reparieren Sie kein defektes Gerät. Lassen Sie das Gerät immer durch den Hersteller reparieren.
4. Ersetzen Sie das Gerät im Fall eines Defekts immer durch ein Originalgerät.



Geräteausfall melden

Falls Sie das Gerät in einem Sicherheitskreis nach IEC/EN 61508 verwenden, ist es erforderlich, den Gerätehersteller über mögliche systematische Ausfälle zu informieren.

Melden Sie alle Ausfälle der Sicherheitsfunktion, die auf eine Funktionseinschränkung oder einen Funktionsverlust des Gerätes zurückzuführen sind – speziell bei möglichen gefahrbringenden Ausfällen.

Kontaktieren Sie in diesem Fall Ihren lokalen Vertriebspartner oder die technische Vertriebsunterstützung (Serviceline) von Pepperl+Fuchs.

Es ist nicht notwendig, Ausfälle der Sicherheitsfunktion zu melden, die auf äußere Einflüsse oder Beschädigungen zurückzuführen sind.

7 Abkürzungsverzeichnis

ESD	Emergency Shutdown (Notabschaltung)
FIT	Failure In Time (Ausfälle pro Zeit) in 10^{-9} 1/h
FMEDA	Failure Mode, Effects, and Diagnostics Analysis (Ausfallarten-, Ausfalleinfluss- und Ausfallaufdeckungsanalyse)
λ_s	Wahrscheinlichkeit eines sicheren Ausfalls
λ_{dd}	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden erkannten Ausfalls
λ_{du}	Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden unerkannten Ausfalls
$\lambda_{no\ effect}$	Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen im Sicherheitskreis, die keine Auswirkung auf die Sicherheitsfunktion haben.
$\lambda_{not\ part}$	Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen, die nicht zum Sicherheitskreis gehören
$\lambda_{total\ (safety\ function)}$	Wahrscheinlichkeit von Ausfällen von Bauteilen, die zum Sicherheitskreis gehören
HFT	Hardware Fault Tolerance (Hardware-Fehlertoleranz)
MTBF	Mean Time Between Failures (mittlere Betriebsdauer zwischen Ausfällen)
MTTR	Mean Time To Restoration (mittlere Dauer bis zur Wiederherstellung)
PF_D_{avg}	Average Probability of dangerous Failure on Demand (mittlere Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls bei Anforderung)
PFH	Average frequency of dangerous failure per hour (mittlere Häufigkeit eines gefahrbringenden Ausfalls pro Stunde)
PLS	Prozessleitsystem
PTC	Proof Test Coverage (relativer Anteil der aufgedeckten Fehler)
SC	Systematic Capability (systematische Eignung)
SFF	Safe Failure Fraction (Anteil sicherer Ausfälle)
SIF	Safety Instrumented Function (sicherheitstechnische Funktion)
SIL	Safety Integrity Level (Sicherheits-Integritätslevel)
SIS	Safety Instrumented System (sicherheitstechnisches System)
SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
T₁	Proof Test Interval (Wiederholungsprüfungs-Intervall)

Your automation, our passion.

Explosionsschutz

- Eigensichere Barrieren
- Signaltrenner
- Feldbusinfrastruktur FieldConnex®
- Remote-I/O-Systeme
- Elektrisches Ex-Equipment
- Überdruckkapselungssysteme
- Bedien- und Beobachtungssysteme
- Mobile Computing und Kommunikation
- HART Interface Solutions
- Überspannungsschutz
- Wireless Solutions
- Füllstandsmesstechnik

Industrielle Sensoren

- Näherungsschalter
- Optoelektronische Sensoren
- Bildverarbeitung
- Ultraschallsensoren
- Drehgeber
- Positioniersysteme
- Neigungs- und Beschleunigungssensoren
- Feldbusmodule
- AS-Interface
- Identifikationssysteme
- Anzeigen und Signalverarbeitung
- Connectivity

Pepperl+Fuchs Qualität

Informieren Sie sich über unsere Qualitätspolitik:

www.pepperl-fuchs.com/qualitaet

