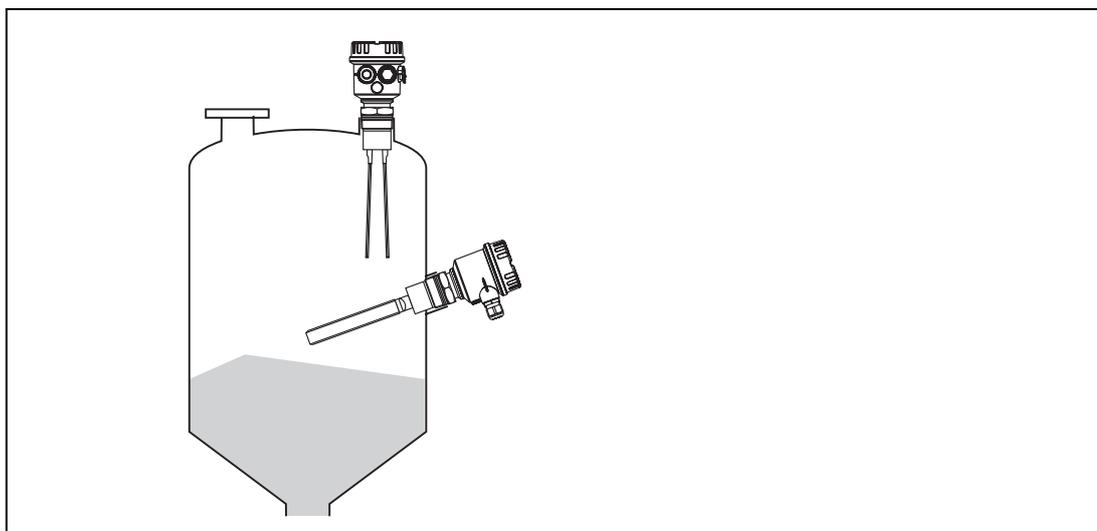




Handbuch zur Funktionalen Sicherheit

Soliphant M mit Elektronikeinsatz FEM58

Grenzstand-Messsystem



Anwendungsbereich

Überfüllsicherung bzw. betriebliche Maximumdetektion von Schüttgütern aller Art in Behältern, welche den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC 61508 genügen sollen.

Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen

- für Sicherheitsfunktionen bis SIL 2
- an Explosionsschutz durch Eigensicherheit
- an elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326 und NAMUR-Empfehlung NE 21.

Ihre Vorteile

- Für Überfüllsicherungen bis SIL 2
 - unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch *exida* nach IEC 61508
- keinerlei Abgleich
- Fremd vibrations sicher
- einfache Inbetriebnahme

Inhaltsverzeichnis

SIL Konformitätserklärung	3
Functional Assessment Report	4
Allgemeines	5
Aufbau des Messsystems mit Soliphant M mit FEM58	5
Grenzstand-Messsystem	5
Sicherheitsfunktion	5
Mitgeltende Gerätedokumentation	6
Einstellungen und Installationshinweise	6
Installationshinweise	6
Einstellungen Soliphant M mit FEM58	7
Verhalten im Betrieb und bei Störung	8
Ausfallraten elektrischer Bauteile	8
Reparatur	8
Wiederkehrende Prüfung des Messsystems	8
Anhang	9
Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Soliphant M mit FEM58	9
FMEDA Report	10

SIL Konformitätserklärung

SIL-05005b/00/a2

SIL-Konformitätserklärung

Funktionale Sicherheit nach IEC 61508

SIL Declaration of Conformity

Functional safety according to IEC 61508

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

erklärt als Hersteller, dass der Füllstandgrenzschalter für Schüttgüter (Seriennummer XXXXXXXXXXXX) declares as manufacturer, that the level limit switch for bulk solids (Serial number XXXXXXXXXXXX)

Solphant M FTM5.- + Electronic insert FEM58

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

Gerät/Product	Solphant M +FEM58
Schutzfunktion/Safety Function	Überfüllsicherung/overflow protection
SIL	2
Prüfintervall/Proof test interval	≤ 1 Jahr/year
Gerätetyp/Device type	B
HFT	0 (einkanalige Verwendung/single channel use)
SFF	>91%
PFD _{avg} ¹⁾	0.021x10 ⁻²
λ _{du}	37 FIT
λ _{dt}	399 FIT
λ _{su}	73 FIT
λ _{sd}	48 FIT
MTBF _{tot} ²⁾	184 Jahre/years

¹⁾ Die Werte entsprechen SIL 2 nach ISA S84.01 / The values comply with SIL 2 according to ISA S84.01
²⁾ gemäß Siemens SN29500, einschließlich Fehlern, die außerhalb der Sicherheitsfunktion liegen/
according to Siemens SN29500, including faults outside the safety function

Das Gerät wurde in einem vollständigen Functional Safety Assessment unabhängig bewertet.
The device was assessed independently in a complete Functional Safety Assessment.

Maulburg, 03.03.2006

Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i.V. 
Leitung Zertifizierungsstelle
Management Certification Department

i.V. 
Leitung Entwicklungsprojekt
Management R&D Project

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Functional Assessment Report



Management summary

The Functional Safety Assessment of the Endress + Hauser Maulburg, Soliphant M development project, performed by *exida* consisted of the following activities:

- *exida* assessed the development process used by E+H Maulburg for this development project against the objectives of IEC 61508 parts 1 to 3.
All objectives have been successfully considered in the E+H Maulburg development process for the level switch Soliphant M.
- *exida* assessed the development process by an detailed development audit which investigated the compliance with IEC 61508 of the processes, procedures and techniques as implemented for the E+H Maulburg level switch Soliphant M development. The investigation was executed using subsets of the IEC 61508 requirements tailored to the work scope of the development team.
The objectives of the standard are fulfilled by the E+H Maulburg, for the level switch Soliphant M development project.
- *exida* assessed the safety case prepared by E+H Maulburg against the technical requirements of IEC 61508 for a type B subsystem.
The safety case demonstrated the fulfillment of the technical requirements of IEC 61508 for the level switch Soliphant M development project.

Some areas for improvement were identified which are generally required to formally show the compliance to IEC 61508. However, because of the size of the project (limited number of people) and the low complexity / limited size of the product, E+H was able to demonstrate that the *objectives of the related areas have been successfully met.*

The result of the Functional Safety Assessment can be summarized by the following statements:

The audited E+H development process tailored and implemented by the Soliphant M project related to Hardware and Software development comply with the relevant safety management requirements of IEC 61508 SIL 2.

The assessment of the FMEDA, which is performed according to IEC 61508, has shown that the level switch Soliphant M has a PFD_{AVG} within the allowed range for SIL 2 (HFT=0) according to table 2 of IEC 61508-1 and a Safe Failure Fraction (SFF) of more than 90%.

This means that the level switch Soliphant M is capable for use in SIL 2 applications.

Audun Opem, Senior Project Manager

Dipl.-Ing. (Univ.) Rainer Faller, Principal Partner

Allgemeines



Hinweis!

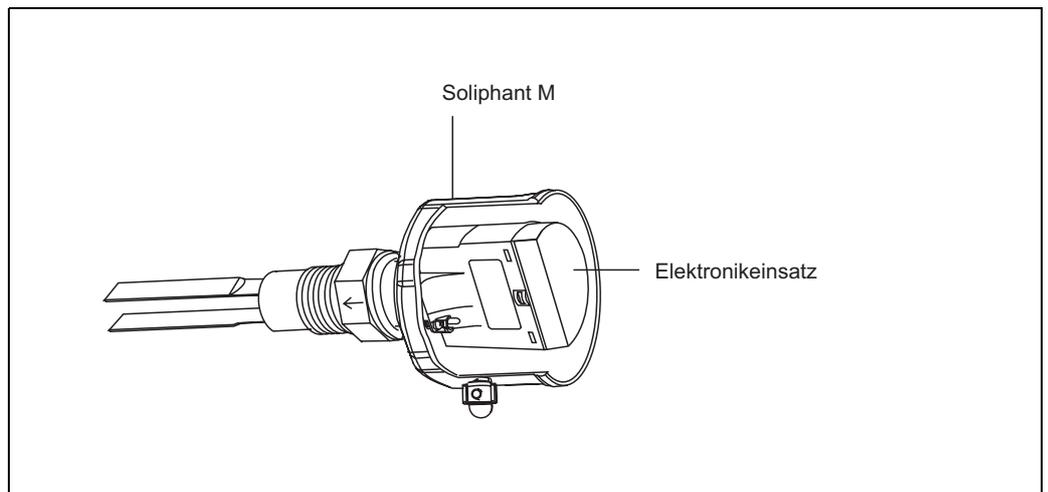
Allgemeine Informationen über SIL erhalten Sie unter: www.de.endress.com/sil

und in der Kompetenzbroschüre CP002Z "Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung"

Aufbau des Messsystems mit Soliphant M mit FEM58

Grenzstand-Messsystem

In der folgenden Abbildung ist das Messsystem dargestellt (beispielhaft).



Soliphant M mit Elektronikeinsatz FEM58: NAMUR

100-FTM5xxxx-16-06-xx-de-001

Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion gilt nur für MAX-Sicherheit (Überfüllsicherung).

Das Ausgangssignal ist kleiner als 1 mA, wenn:

- der Schwellwert überschritten wird (Füllstand übersteigt die Ansprechhöhe)
- eine Störung eintritt
- die Netzspannung ausfällt

Der Messbereich des Soliphant M ist abhängig von Medium und Einbauort.

Der Detektionsbereich befindet sich innerhalb der Gabellänge und ist abhängig von dem Gewicht des Messstoffs.

Zulässige Varianten des Soliphant M mit FEM58 für die Sicherheitsfunktion

Folgende Kombinationen sind für das Messsystem zulässig:

- FTM50-#####8###R# oder FTM50-#####8###S#
- FTM51-#####8###R# oder FTM51-#####8###S#
- FTM52-#####8###R# oder FTM52-#####8###S#

Zulässige Gerätetypen (# = alle Geräteausprägungen zulässig außer 9 und Y)

- Gültige FW-Version (Firmware): ab V01.01.00
- Gültige HW-Version (Hardware): ab V01.01

Angaben für die Sicherheitsfunktion

Die **verbindlichen Einstellungen** und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Anhang (Seite 9) hervor.

Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt $\leq 0,9$ s.



Hinweis!

MTTR wird mit 8 Stunden angesetzt; unter der Voraussetzung, dass der Elektronikeinsatz vorrätig ist. Sicherheitssysteme **ohne selbstverriegelnde Funktion** müssen nach Ausführung der Sicherheitsfunktion innerhalb MTTR in einen überwachten oder anderweitig sicheren Zustand gebracht werden.

Mitgeltende Gerätedokumentation

Für das Messsystem müssen folgende Dokumentationen vorhanden sein:

	Technische Information	Betriebsanleitung
Soliphant M	FTM50, FTM51, FTM52 TI392F/00	FTM50, FTM51 KA229F/00 FTM52 KA230F/00
Relevanter Inhalt	Anschlusswerte, Installationshinweise	Einstellung, Konfiguration, Hinweise, Funktionstests

Einstellungen und Installationshinweise

Installationshinweise

Die Hinweise zur korrekten Installation des Soliphant M mit FEM58 sind der Betriebsanleitung (KA) zu entnehmen.

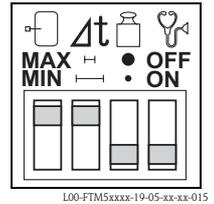
Da die Anwendungsbedingungen Einfluss auf die Sicherheit der Messung haben, sind die entsprechenden Hinweise in der Technischen Information (TI) und Betriebsanleitung (KA) zu beachten.

Die Anleitungen zu den Einstellungen der Geräte finden Sie in den folgenden Dokumentationen:

	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation
Soliphant M	FTM50, FTM51 KA229F/00 FTM52 KA230F/00

Einstellungen Soliphant M mit FEM58

Schalterstellung für die Sicherheitsfunktion:



Ein Schalter für die Sicherheitsschaltung

MAX Überfüllsicherung

MIN Leerlaufschutz



Ein Schalter für Schaltverzögerung

⇐ 0,5 s beim Bedecken, 1,5 s beim Freiwerden (Kurzgabel 1 s)

⇐ 5 s beim Bedecken, 5 s beim Freiwerden



Ein Schalter für Schüttgewicht / Dichteeinstellung

● ≥ 50 g/l Standardgabel

• ≥ 10 g/l Standardgabel



Ein Schalter für Diagnose

OFF Diagnose von Abrasion und Ansatzbildung aus

ON Diagnose von Abrasion und Ansatzbildung an

- Bei zusätzlicher Dichteeinstellung auf hohes Schüttgewicht: nur Anzeige von Abrasion und Ansatzbildung per LED am Elektronikeinsatz
- Bei zusätzlicher Dichteeinstellung auf geringes Schüttgewicht: Ausgabe des Ausfallsignals bei Abrasion und Ansatzbildung

Bürde (anschließbare Last):

- Siehe Technische Daten des angeschlossenen Trennschaltverstärkers nach IEC 60947-5-6 (NAMUR)
- Die Überwachungsfunktionen für Leitungsbruch und Leitungskurzschluss müssen aktiviert werden
- Anschluss auch an Trennschaltverstärker in Sicherheitstechnik ($I > 3,0$ mA)



Hinweis!

Die SIL-Bewertung des Soliphant M schließt das Gesamtgerät inklusive Elektronikeinsatz, Schwinggabel mit Antrieb, Prozessanschluss und interne Verdrahtung ein.

In Anwendungen mit extrem starken externen Vibrationen $> 0,05$ g²/Hz **und** leichtem Schüttgutgewicht < 600 gr/l wird ein Funktionstest empfohlen!

Es wird empfohlen, die der Überfüllsicherung nachfolgenden Schaltelemente nach dem Ansprechen im Sicherheitszustand zu belassen, bis das Alarmsignal quittiert wurde.



Achtung!

Nach Inbetriebnahme des Messsystems können Änderungen der Einstellungen am Elektronikeinsatz FEM58 die Schutzfunktion beeinträchtigen!

Verhalten im Betrieb und bei Störung

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in den folgenden Dokumentationen beschrieben:

	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation
Soliphant M	FTM50, FTM51 KA229F/00
	FTM52 KA230F/00

Ausfallraten elektrischer Bauteile

Die zugrundegelegten Ausfallraten elektrischer Bauteile gelten innerhalb der nutzbaren Lebensdauer gemäß IEC 61508-2 Abschnitt 7.4.7.4. Hinweis 3.

Reparatur

Bei Ausfall eines SIL-gekennzeichneten E+H-Gerätes, das in einer Schutzfunktion betrieben wurde, ist bei der Rücksendung des defekten Gerätes die "Erklärung zur Kontamination und Reinigung" mit dem entsprechenden Hinweis "Einsatz als SIL-Gerät in Schutzeinrichtung" beizulegen.

Wiederkehrende Prüfung des Messsystems

Die Funktionsfähigkeit der Überfüllsicherung ist periodisch zu prüfen, wenn die im Anhang genannten PFD_{avg} -Werte verwendet werden.

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Überfüllsicherung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Dies ist bei einem Anfahren der Ansprechhöhe im Rahmen einer Befüllung gewährleistet. Wenn eine Befüllung bis zur Ansprechhöhe nicht praktikabel ist, so ist der Standaufnehmer durch geeignete Simulation des Füllstandes oder des physikalischen Messeffekts zum Ansprechen zu bringen. Falls die Funktionsfähigkeit des Standaufnehmers/Messumformers anderweitig erkennbar ist (Ausschluss funktionshemmender Fehler), kann die Prüfung auch durch Simulieren des entsprechenden Ausgangssignals durchgeführt werden.

Bei der Wiederkehrenden Prüfung ist jede zulässige Einstellung zu prüfen, insbesondere, ob alle Störmeldepuffer am Nivotester auf ON stehen.



Achtung!

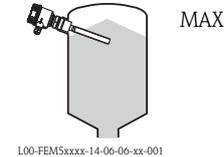
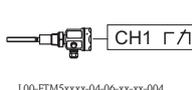
Für den Funktionstest sind folgende Punkte zu beachten:

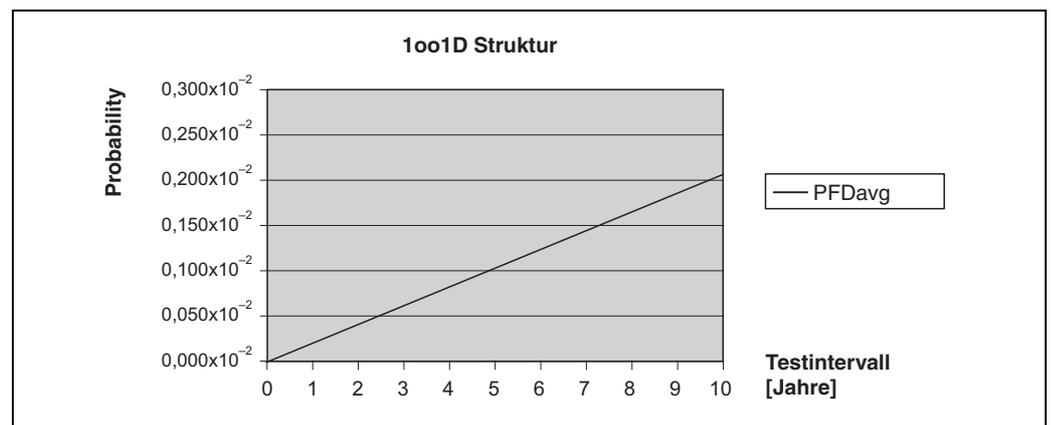
- Das Schalten der Relaiskontakte kann z.B. mit Handmultimeter an den Klemmen oder durch beobachten der nachfolgenden Überfüllsicherungsteile (z.B. Hupe, Stellglied) geprüft werden.
- Als positives Prüfergebnis muss eine Bedeckung der Schwinggabel erkannt werden und zum Alarm der Überfüllsicherung führen.
- **Wenn bei der Wiederkehrenden Prüfung eine Gabelbedeckung nicht erkannt wird, muss der überwachte Prozess durch zusätzliche oder andere Maßnahmen in einen sicheren Zustand gebracht und/oder im sicheren Zustand gehalten werden, bis eine Instandsetzung des Sicherheitssystems erfolgt ist.**

Anhang

Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Soliphant M mit FEM58

Die Tabelle zeigt sicherheitsrelevante Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem.

Auswahlschaltung: 1oo1D	
Bewerteter Transmitter (FEM58)	
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	91 %
PFD _{avg} (low demand mode of operation)	$0,021 \times 10^{-2}$
λ_{sd}	37 FIT
λ_{su}^2	399 FIT
λ_{dd}	73 FIT
λ_{du}	48 FIT
MTBF	184 Jahre
Verschaltung	 <p>Die sicherheitstechnischen Parameter des NAMUR-Transmitters sind bei dem entsprechenden Hersteller anzufragen.</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	T_1 (Testintervall) je nach Bedarf; siehe Tabelle unten



FMEDA Report



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment carried out on the level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58 and software version V01.00.00.

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.

The failure rates used in this analysis are the basic failure rates from 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_{AVG} values of a SIF over the sensor part, logic solver part, and final element part assumes that 35% of the total SIF PFD_{AVG} value is caused by the sensor part. For a SIL 2 application the total PFD_{AVG} value of the SIF should be smaller than 1,00E-02, hence the maximum allowable PFD_{AVG} value for the sensor part would then be 3,50E-03.

The level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58 is considered to be a Type B¹ component with a hardware fault tolerance of 0.

For Type B components with a hardware fault tolerance of 0 the SFF shall be > 90% according to table 3 of IEC 61508-2 for SIL 2 (sub-) systems.

Endress+Hauser together with *exida.com* performed a qualitative analysis of the mechanical parts of the level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58. This analysis was used by *exida* to calculate the failure rates of the sensor element using different failure rate databases ([N6], [N6], [N7] and *exida*'s experienced-based data compilation) for the different components of the sensor element (see [R1]). The results of the quantitative analysis were used for the calculations described in section 5.2.

Table 1 Failure rates according to IEC 61508

λ_{det}	λ_{det}^2	λ_{det}	λ_{du}	SFF	DC _s ³	DC _o ³
37 FIT	399 FIT	73 FIT	48 FIT	91%	8%	60%

Table 2: Summary – PFD_{AVG} values

TlProof ¹ = 1 year	TlProof ¹ = 5 years	TlProof ¹ = 10 years
PFD _{AVG} = 2,00E-04	PFD _{AVG} = 1,04E-03	PFD _{AVG} = 2,09E-03

The boxes marked in green (■) mean that the calculated PFD_{AVG} 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.

Because the Safe Failure Fraction (SFF) is above 90% for all considered versions, also the architectural constraints requirements of table 3 of IEC 61508-2 for Type B subsystems with a Hardware Fault Tolerance (HFT) of 0 are fulfilled.

¹ Type B component: "Complex" component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.

² Note that the SU category includes failures that do not cause a spurious trip

³ DC means the diagnostic coverage (safe or dangerous).



Failure Modes, Effects and Diagnostic Analysis

Project:

Level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58
Applications with level limit detection in solids (MAX detection)

Customer:

Endress+Hauser GmbH+Co. KG
Maulburg
Germany

Contract No.: E+H 03/03-22

Report No.: E+H 03/03-22 R034

Version V1, Revision R1.0, July 2005

Stephan Aschenbrenner



The failure rates listed above do not include failures resulting from incorrect use of the level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58, in particular humidity entering through incompletely closed housings or inadequate cable feeding through the inlets.

The listed failure rates are valid for operating stress conditions typical of an industrial field environment similar to IEC 60654-1 class C (sheltered location) with an average temperature over a long period of time of 40°C. For a higher average temperature of 60°C, the failure rates should be multiplied with an experience based factor of 2.5. A similar multiplier should be used if frequent temperature fluctuation must be assumed.

A user of the level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58 can utilize these failure rates 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 is presented in section 5.2 along with all assumptions.

It is important to realize that the "no effect" failures and the "annunciation" failures are included in the "safe undetected" failure category according to IEC 61508. Note that these failures on its own will not affect system reliability or safety, and should not be included in spurious trip calculations.

The failure rates are valid for the useful life of the level limit switch Soliphant M with NAMUR output FEM58, which is 10 years (see Appendix 3).

Deutschland

Endress+Hauser
Messtechnik
GmbH+Co. KG
Colmarer Str. 6
79576 Weil am Rhein

Fax 0800 EHFAXEN
Fax 0800 3 43 29 36
www.de.endress.com

Vertrieb

- Beratung
- Information
- Auftrag
- Bestellung

Tel. 0800 EHVERTRIEB
Tel. 0800 3 48 37 87
info@de.endress.com

Service

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

Tel. 0800 EHSERVICE
Tel. 0800 3 47 37 84
service@de.endress.com

Technische Büros

- Hamburg
- Hannover
- Ratingen
- Frankfurt
- Stuttgart
- München
- Berlin

Österreich

Endress+Hauser
Ges.m.b.H.
Lehnergasse 4
1230 Wien
Tel. +43 1 88 05 60
Fax +43 1 88 05 63 35
info@at.endress.com
www.at.endress.com

Schweiz

Endress+Hauser
Metso AG
Sternenhofstraße 21
4153 Reinach/BL 1
Tel. +41 61 7 15 75 75
Fax +41 61 7 11 16 50
info@ch.endress.com
www.ch.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation

