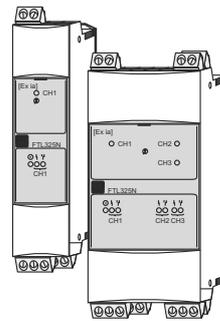
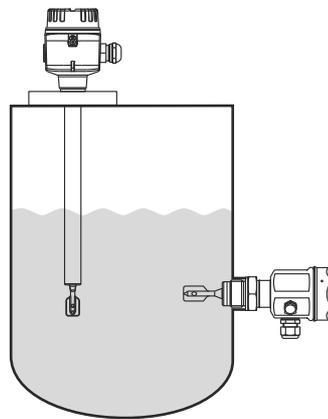


Handbuch zur Funktionalen Sicherheit Liquiphant M/S mit FEL57 und Nivotester FTL325P



Grenzstand-Messsystem

Anwendungsbereich

Trockenlaufschutz bzw. betriebliche Minimumdetektion von Flüssigkeiten 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 Minimumdetektion bis SIL 2
 - unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch *exida.com* nach IEC 61508
- Permanente Selbstüberwachung
- Keinerlei Abgleich
- Fremd vibrations sicher
- Einfache Inbetriebnahme
- Platzsparendes Schaltgerät
- Prüfung des Messsystems per Knopfdruck
- Störsicherheit durch PFM-Technologie

Inhaltsverzeichnis

SIL Konformitätserklärung	3
Allgemeines	5
Aufbau des Messsystems	5
Grenzstand-Messsystem	5
Sicherheitsfunktion	5
Zulässige Gerättypen	6
Angaben für die Sicherheitsfunktion	7
Mitgeltende Gerätedokumentation	8
Einstellungen und Installationshinweise	10
Installationshinweise	10
Verhalten im Betrieb und bei Störung	11
Reparatur	11
Wiederkehrende Prüfung des Messsystems	11
Ausfallraten elektrischer Bauteile	11
Anhang	12
Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem	12
Exida Management Summary	16

SIL Konformitätserklärung

SIL-14003a/00

Endress+Hauser 
People for Process Automation

SIL-Declaration of Conformity

Functional Safety according to IEC 61508 / 61511
Supplement 1 / NE130 Form B.1 and IGR 49-02-15 Datasheet 1

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

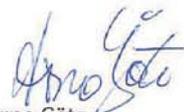
declares as manufacturer, that the following type of the

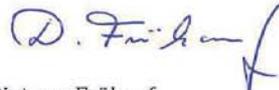
Liquiphant M/S with PFM output FEL57 and Nivotester FTL325P for applications with MIN detection

is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC61508, if the safety instructions and following parameters are observed.

This declaration of conformity is only valid for the customer listed in the cover letter of the responsible Endress+Hauser sales center and for the listed products in delivery status.

Maulburg, 30.01.2014
Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i. V. 
Dr. Arno Götz
Dept. Manager Product Safety
Research & Development

i. V. 
Dr. Dietmar Frühauf
Dept. Manager Level Limit Switch
Research & Development

SIL-14003a/00

General			
Device designation and permissible types	Liquiphant M/S with PFM output FEL57 and Nivotester FTL325P For more details please have a look at the safety manual SD00231F		
Safety-related output signal	Relais		
Fault current	-		
Process variable/function	Dry running protection or operating minimum detection		
Safety function(s)	MIN detection		
Device type acc. to IEC 61508-2	<input type="checkbox"/> Typ A	<input checked="" type="checkbox"/> Typ B	
Operating mode	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode	<input type="checkbox"/> High Demand or Continuous Mode	
Valid Hardware-Version	FTL325P from V01.00; Liquiphant M/S from V01.01		
Valid Software-Version	Liquiphant M/S from V01.00.01		
Safety manual	SD00231F		
Type of evaluation (check only <u>one</u> box)	<input type="checkbox"/>	Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input checked="" type="checkbox"/>	Evaluation of "Proven-in-use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use“ acc. to IEC 61511	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation by FMEDA acc. to IEC61508-2 for devices w/o software	
Evaluation through – report no.	exida E+H 03/03-22 R038		
Test documents	Development documents	Test reports	Data sheets
SIL - Integrity			
Systematic safety integrity		<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
	Multi channel use (HFT ≥1)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
FMEDA			
	FEL57 ³	FEL57 with Nivotester FTL325P ⁴	
Safety function	MIN detection	MIN detection	
λ_{Du} ^{*1)}	44.9 FIT	58.5 FIT	
λ_{Do} ^{*1)}	0.3 FIT	0.3 FIT	
λ_{SU} ^{*1)}	204 FIT	517 FIT	
λ_{SD} ^{*1)}	118 FIT	118 FIT	
SFF - Safe Failure Fraction	87 %	91 %	
PTC ^{*2)}	28 %	22 %	
λ_{total} ^{*1)}	367 FIT	694 FIT	
Diagnostic test interval	-	-	
Fault reaction time	-	-	
Comments			
³ This information based on the configuration 1 [CONF 1] in the exida test report			
⁴ This information based on the configuration 3 [CONF 3] in the exida test report			
Declaration			
<input checked="" type="checkbox"/>	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future		

*1) FIT = Failure In Time, Number of failures per 10⁹ h

*2) PTC = Proof Test Coverage (Diagnostic coverage for proof test)

2/2

SIL-14003a

Allgemeines

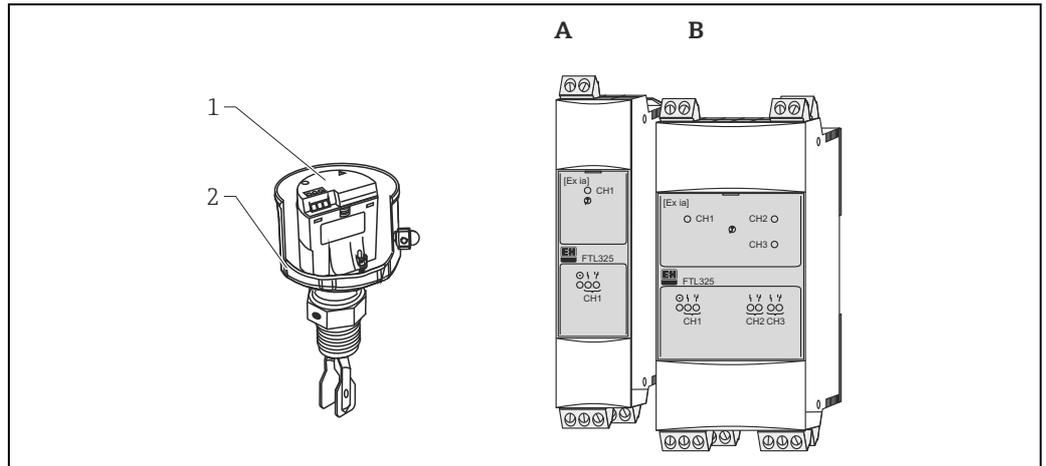


Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) erhalten Sie unter: www.de.endress.com/SIL und in der Kompetenzbroschüre CP01008Z/11/DE "Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung"

Aufbau des Messsystems

Grenzstand-Messsystem

In der folgenden Abbildung sind die Geräte des Messsystems dargestellt (beispielhaft).



1 FEL - Elektronikeinsatz
2 Liquiphant M/S

A Nivotester FTL325P (Einkanal)
B Nivotester FTL325P (Dreikanal)

A0022173

Sicherheitsfunktion

Das sicherheitsbezogene Signal des Messsystems ist das Füllstandrelais des Nivotesters.

Alle Sicherheitsfunktionen beziehen sich ausschließlich auf dieses Signal. Die Sicherheitsfunktion gilt für Einstellungen in MIN-Sicherheit (Trockenlaufschutz) und Verwendung der Schließkontakte des Füllstandrelais.

Die Einstellung MIN-Sicherheit bewirkt, dass das Füllstandrelais immer in Ruhestromsicherheit arbeitet; d.h. das Relais öffnet, wenn:

- der Schaltpunkt unterschritten wird (Füllstand unterschreitet die Ansprechhöhe)
- eine Störung eintritt
- die Netzspannung ausfällt

Zusätzlich zum Füllstandrelais arbeitet das Störmelderelais in Arbeitsstromsicherheit und schließt den Kontakt, wenn:

- eine der folgenden Störungen eintritt:
 - Unterbrechung der Sensorleitung
 - Kurzschluss der Sensorleitung
 - Korrosionsalarm des Sensors
- ein interner Fehler erkannt wird
- die Netzspannung ausfällt

Der Messbereich des Liquiphant M/S ist abhängig von Einbauort und Gabellänge.

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

Während der Gerätekonfiguration und der Wartungsarbeiten am Liquiphant M/S + Nivotester FTL325P müssen zur Gewährleistung der Prozesssicherheit alternative Maßnahmen ergriffen werden.

Für die Sicherheitsfunktion sind folgende Einstellungen zugelassen:

Gerät	Einstellung	Auslieferungszustand
Liquiphant	Dichteschalter-Stellung: 0,7	Dichteschalter-Stellung: 0,7
	Prüfmodus "EXT"	Prüfmodus "STD"
Nivotester FTL325P-#3#3	MIN-Sicherheit	MAX-Sicherheit
	Alle Einstellungen außer "ΔS Funktion" (siehe Kapitel "Einstellungen und Installationshinweise")	3-Kanal Betrieb
Nivotester FTL325P-#1#1	MIN-Sicherheit	MAX-Sicherheit
	1-Kanal Betrieb	1-Kanal Betrieb



- Mit dem Störmelderelais fällt immer auch das Füllstandrelais ab.
- Das Störmelderelais ist nicht Teil der Sicherheitsfunktion!

Zulässige Gerätetypen

Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben zur Funktionalen Sicherheit sind für die unten angegebenen Geräteausprägungen und ab der genannten Firmware- und Hardwareversion gültig. Sofern nicht anderweitig angegeben, sind alle nachfolgenden Versionen ebenfalls für Schutzeinrichtungen einsetzbar.

Bei Geräteänderungen wird ein zu IEC 61508 konformer Modifikationsprozess angewendet.

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

Liquiphant M FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51C, FTL51H

Merkmal	Benennung	Ausprägung
010	Zulassung	alle
020	Prozessanschluss	alle
030	Sondenlänge; Typ	alle
040	Elektronik; Ausgang	7 FEL57; SIL 2-Leiter PFM
050	Gehäuse; Kabeleinführung	alle
060	Zusatzausstattung	alle

Gültige Firmware-Version: ab 01.00.01

Gültige Hardware-Version (Elektronik): ab 01.01

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

Liquiphant S FTL70, FTL71

Merkmal	Benennung	Ausprägung
010	Zulassung	alle
020	Prozessanschluss	alle
030	Sondenlänge	alle
040	Elektronik; Ausgang	7 FEL57; SIL 2-Leiter PFM
050	Gehäuse; Kabeleinführung	alle
060	Zusatzausstattung	alle
070	Anwendung	alle

Gültige Firmware-Version: ab 01.00.01

Gültige Hardware-Version (Elektronik): ab 01.01

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

Nivotester FTL325P

Merkmale	Benennung	Ausprägung
010	Zulassung	G ATEX II 3(1)G Ex nC/A (ia) IIC T4, SIL, IECEx Zone 2 H ATEX II (1)GD (Ex ia) IIC, WHG, SIL, IECEx (Ex ia) IIC (Liquiphant M / Liquiphant S) N NEPSI (Ex ia) IIC, SIL (Liquiphant M / Liquiphant S) P FM IS Cl. I, II, III Div. 1 Gr. A-G, SIL (Liquiphant M / Liquiphant S) T CSA IS Cl. I, II, III Div. 1 Gr. A-G, SIL (Liquiphant M / Liquiphant S) W TIIS Ex ia IIC, SIL, Labeling in Japan
020	Gehäuse	alle
030	Hilfsenergie	alle
040	Schaltausgang	alle

Gültige Hardware-Version (Elektronik): ab 01.00

Angaben für die Sicherheitsfunktion

- Beachten Sie, dass das sicherheitsbezogene Signal des Messsystems erst 60 s nach dem Einschalten der Netzspannung für die Sicherheitsfunktion zur Verfügung steht.
- Die **verbindlichen Einstellungen** und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Anhang (→  12) hervor.
- Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt 2 s bei wässrigen Medien.



MTTR wird mit 8 Stunden angesetzt.

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

**Mitgeltende
Gerätedokumentation**
Liquiphant M FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51H, FTL51C

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
Technische Information ■ FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51H: TI00328F/00/DE ■ FTL51C: TI00347F/00/DE	– Technische Daten – Zubehör	– Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Betriebsanleitung ■ FTL50, FTL51: KA00143F/00/A6 KA00163F/00/A6 ¹⁾ ■ FTL50H, FTL51H: KA00144F/00/A6 KA00164F/00/A6 ¹⁾ ■ FTL51C: KA00162F/00/A6 KA00165F/00/A6 ¹⁾	– Montage – Verdrahtung – Bedienung – Inbetriebnahme – Störungsbehebung – Reparatur – Wartung	– Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. – Die Dokumentation steht auch über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Ausprägung "Zulassung"	Sicherheits-, Montage- und Bedienhinweise für Geräte, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereich oder als Überfüllsicherung (WHG) geeignet sind.	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

1) mit Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Liquiphant S FTL70, FTL71

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
Technische Information TI00354F/00/DE	– Technische Daten – Zubehör	– Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Betriebsanleitung KA00172F/00/A6 KA00173F/00/A6 ¹⁾	– Montage – Verdrahtung – Bedienung – Inbetriebnahme – Störungsbehebung – Reparatur – Wartung	– Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. – Die Dokumentation steht auch über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Ausprägung "Zulassung"	Sicherheits-, Montage- und Bedienhinweise für Geräte, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereich oder als Überfüllsicherung (WHG) geeignet sind.	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

1) mit Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Nivotester FTL325P

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
Technische Information TI00350F/00/DE	<ul style="list-style-type: none"> - Technische Daten - Zubehör 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Betriebsanleitung <ul style="list-style-type: none"> ▪ 1-Kanal Gerät: KA00167F/00/A6 ▪ 3-Kanal Gerät: KA00168F/00/A6 	<ul style="list-style-type: none"> - Montage - Verdrahtung - Bedienung - Inbetriebnahme - Störungsbehebung - Reparatur - Wartung 	<ul style="list-style-type: none"> - Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. - Die Dokumentation steht auch über das Internet zur Verfügung. → www.de.endress.com.
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Ausprägung "Zulassung"	Sicherheits-, Montage- und Bedienhinweise für Geräte, die für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereich oder als Überfüllsicherung (WHG) geeignet sind.	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

Einstellungen und Installationshinweise

Installationshinweise

Die Hinweise zur korrekten Installation des Liquiphant M/S mit FEL57 und Nivotester FTL325P 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 Umgebungsbedingungen für den Nivotester FTL325P müssen der Schutzklasse IP54 (gemäß EN 60529) entsprechen.

Die Anleitungen zu den Einstellungen der Geräte finden Sie in dem Kapitel "Mitgeltende Gerätedokumentation", →  8.

Einstellungen am Elektronikeinsatz FEL57

Für den SIL 2 Betrieb sind folgende Einstellungen am Elektronikeinsatz FEL57 vorgeschrieben:

- Wiederkehrende-Prüfung-Einstellung = EXT
- Dichte-Schalter-Einstellung = 0,7



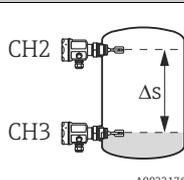
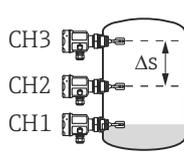
Nach Inbetriebnahme des Messsystems können Änderungen der Einstellungen am Elektronikeinsatz FEL57 die Sicherheitsfunktion beeinträchtigen!



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

Einstellungen Nivotester FTL325P-#3#3 (3-Kanal-Version)

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

Einstellung	Beschreibung	Achtung!
	Kanal 2+3 in ΔS-Funktion	Diese Einstellung ist nicht für die Sicherheitsfunktion zugelassen!
	Kanal 1 unabhängig Kanal 2+3 in ΔS-Funktion	Kanal 1 ist für die Sicherheitsfunktion zugelassen Kanal 2 und 3 sind in dieser Einstellung nicht für die Sicherheitsfunktion zugelassen!



Für den Nivotester FTL325P ist folgendes zu beachten:

Durch geeignete Maßnahmen (z.B. Strombegrenzer, Sicherung) muss der Betreiber sicherstellen, dass die zulässigen Kontaktkennwerte der Relais von:

- $U \leq 253 \text{ V AC } 50/60 \text{ Hz}$, $I \leq 2 \text{ A}$, $P \leq 500 \text{ VA}$ bei $\cos \varphi \geq 0,7$ bzw.
- $U \leq 40 \text{ V DC}$, $I \leq 2 \text{ A}$, $P \leq 80 \text{ W}$

nicht überschritten werden.



Änderungen des Messsystems und seiner Einstellungen nach Inbetriebnahme können die Schutzfunktion beeinträchtigen!

Verhalten im Betrieb und bei Störung

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in den Dokumentationen beschrieben, die Sie im Kapitel "Mitgeltende Gerätedokumentation", →  8.

Reparatur

Bei Ausfall eines SIL-gekennzeichneten Endress+Hauser-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

Liquiphant M/S		Nivotester	Prüfung	
Einstellung Dichte-Schalter	Einstellung Prüfmodus	Einstellung	Prüfintervall	Beschreibung des Prüfablaufs
Einstellung 0,7	EXT	Jede zulässige Einstellung und Störungsmeldung CH1 -> ON wenn Kanal 1 mit einem Sensor verbunden ist	<ul style="list-style-type: none"> ■ Funktionstest mit Prüftaster; jährlich. ■ Vollständiger Funktionstest z.B. Anfahren des Füllstandes; spätestens nach 5 Jahren 	KA167F/00/A6 KA168F/00/A6

Die Funktionsfähigkeit des Trockenlaufschutzes ist periodisch zu prüfen, wenn die im Anhang genannten $PF_{D_{avg}}$ -Werte verwendet werden.

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion des Trockenlaufschutzes im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Dies ist durch ein Ablassen auf die Ansprechhöhe im Rahmen einer Entleerung zu gewährleisten. Wenn eine Entleerung bis zur Ansprechhöhe nicht praktikabel ist, so ist der Standaufnehmer durch geeignete Simulation des Füllstandes z.B. der Verwendung eines abschließbaren Bypasses 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.



Für den Funktionstest sind folgende Punkte zu beachten:

- Durch Drücken der jeweiligen Prüftaste muss jeder Kanal einzeln getestet werden.
- Das Schalten der Relaiskontakte muss elektrisch, z.B. mit Handmultimeter an den Klemmen, überprüft werden.
- Bei mehrkanaligen Geräten müssen alle Kanäle, die keine Sicherheitsfunktion ausführen, in die Wiederkehrende Prüfung miteinbezogen werden, wenn eine fehlerhafte Funktion nicht anderweitig erkannt werden kann, z.B. mit unabhängigen Schutzmaßnahmen oder durch Änderung des Verhaltens der Messstelle.
- Als positives Prüfergebnis muss die Systemreaktion der genannten Beschreibung entsprechen.
- **Wenn die Systemreaktion nicht dem beschriebenen Ablauf entspricht, 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.**

Ausfallraten elektrischer Bauteile

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

Anhang

Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem

Die Tabellen zeigen die spezifischen Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem.



Zu den nachfolgenden Tabellen sind folgende Punkte zu beachten:

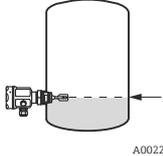
- Bei den nachfolgend angegebenen Berechnungen wurde ein Common Cause-Faktor $\beta = 5\%$ angenommen.
- Die Werte PFD_{avg} beinhalten bei mehrkanaligen Systemen bereits Common Cause-Fehler für die jeweilige Verschaltung.
- Die Werte PFD_{avg} gelten nur für die jeweils zugehörige Verschaltung. Sie sind nicht dazu geeignet, Berechnungen für andere Verschaltungen abzuleiten. Insbesondere die Verwendung der Öffnerkontakte an Stelle der Schließerkontakte bedarf einer erweiterten Betrachtung der Installationsmittel.
- Die Verschaltung zeigt die Anzahl der Geräte (Liquiphant und Nivotester) und die Schaltung der Kontakte der Grenzstandrelais (öffnen, wenn Sensor bedeckt meldet).
- Bei mehreren Geräten in einer Verschaltung weisen alle die gleichen gezeigten Einstellungen auf.
- Die Tabellen zeigen sicherheitsrelevante Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem.
- FIT = Failure in Time, 1 FIT = 10^{-9} 1/h

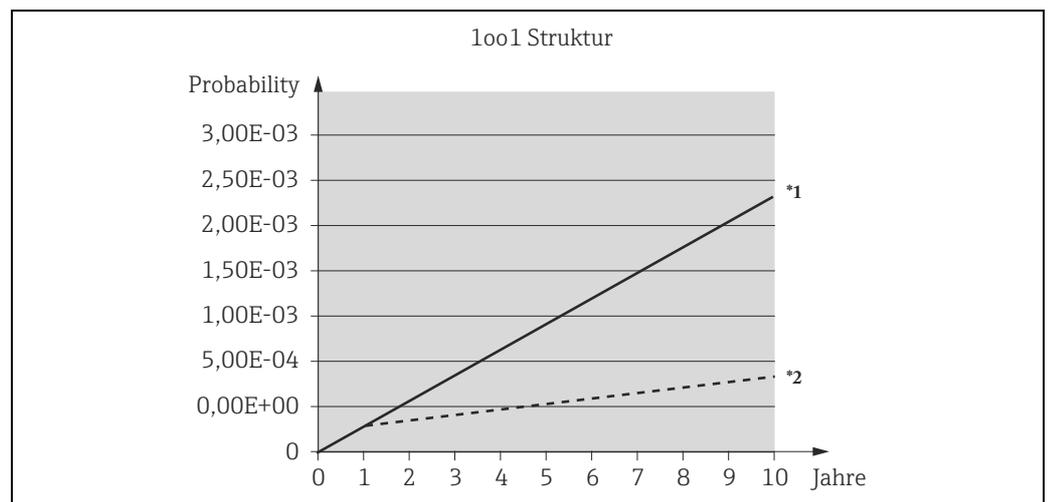


Bei sicherheitstechnischer Verwendung des Liquiphant M/S zur MIN-Detektion sind folgende Fehler auszuschließen:

- Fester und/oder schwerer Ansatz oder nicht "Newtonsche Medien"
- Feststoffanteile des Messmediums mit einem Durchmesser $> 5,0$ mm ausschließen
- Korrosion: Der Liquiphant darf nur in Medien eingesetzt werden, gegen die die verwendeten prozessberührenden Teile beständig sind. Wenn beschichtete Sensoren eingesetzt werden, muss deshalb sichergestellt werden, dass Einbau und Betrieb ohne Beschädigung erfolgen.

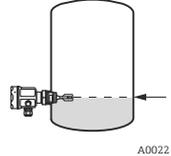
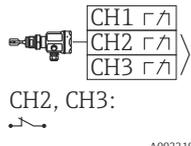
Die Fehler können dazu führen, dass die Anforderung der Sicherheitsfunktion nicht erkannt wird und der Liquiphant nicht bestimmungsgemäß schaltet.

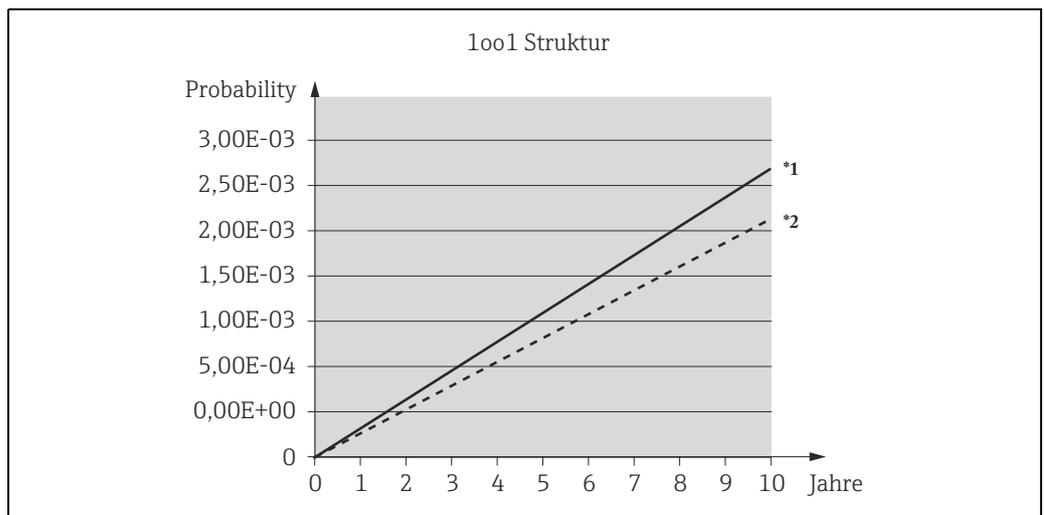
Auswahlschaltung: 1001 [CONF 2]	
Liquiphant M/S - Einstellung	Dichte 0,7
Nivotester FTL325P-#1#1 Einstellung (1-Kanal-Gerät)	MIN Sicherheitsschaltung 
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF ¹⁾	91%
PFD _{avg} ¹⁾ (low demand mode of operation)	0,024 x 10 ⁻²
λ_{sd} ¹⁾	137 FIT
λ_{su} ¹⁾	457 FIT
λ_{dd} ¹⁾	0,3 FIT
λ_{du} ¹⁾	56 FIT
MTBF	133 Jahre
Verschaltung	
Funktionstest mit Prüftaster	jährlich
Vollständiger Funktionstest z.B. Anfahren des Füllstandes	spätestens nach 5 Jahren
¹⁾ Quelle: Management summary des exida.com Prüfberichtes (siehe Anhang)	



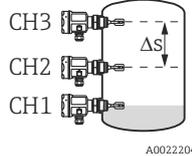
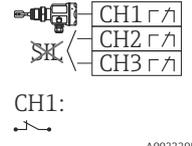
*1 ohne jährlichen Funktionstest mit Prüftaster
 *2 mit jährlichem Funktionstest mit Prüftaster

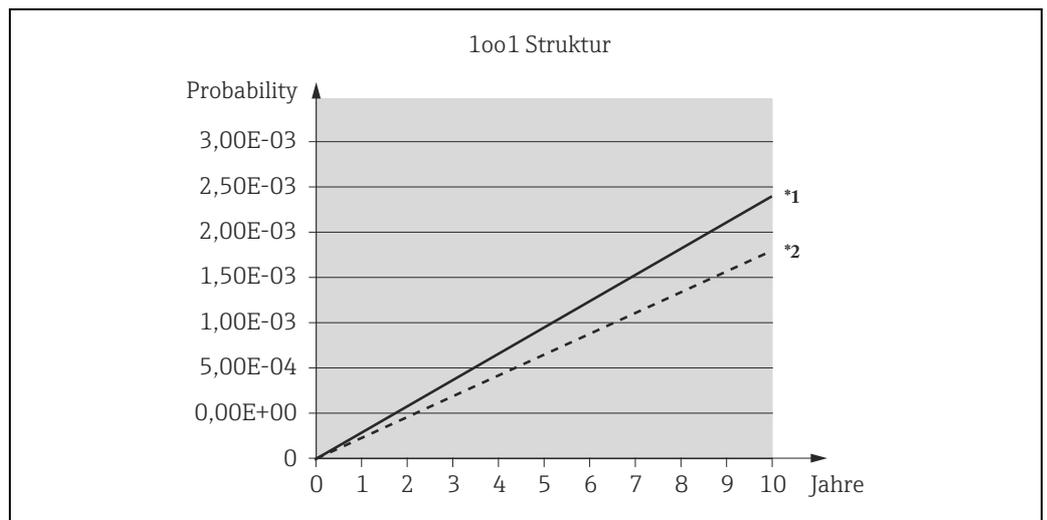
A0022314-DE

Auswahlschaltung: 1oo1 [CONF 3]	
Liquiphant M/S - Einstellung	Dichte 0,7
Nivotester FTL325P-#3#3 Einstellung (3-Kanal-Gerät)	MIN Sicherheitsschaltung  A0022.180
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF ¹⁾	91%
PFD _{avg} ¹⁾ (low demand mode of operation)	0,025 x 10 ⁻²
λ_{sd} ¹⁾	118 FIT
λ_{su} ¹⁾	517 FIT
λ_{dd} ¹⁾	0,3 FIT
λ_{du} ¹⁾	59 FIT
MTBF	122 Jahre
Verschaltung	 CH2, CH3: A0022.193
Funktionstest mit Prüftaster	jährlich
Vollständiger Funktionstest z.B. Anfahren des Füllstandes	spätestens nach 5 Jahren
¹⁾ Quelle: Management summary des exida.com Prüfberichtes (siehe Anhang)	



*1 ohne jährlichen Funktionstest mit Prüftaster
*2 mit jährlichem Funktionstest mit Prüftaster

Auswahlschaltung: 1oo1 [CONF 4]	
Liquiphant M/S - Einstellung	Dichte 0,7
Nivotester FTL325P-#3#3 Einstellung (3-Kanal-Gerät)	MIN Sicherheitsschaltung 
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF ¹⁾	91%
PFD _{avg} ¹⁾ (low demand mode of operation)	0,024 x 10 ⁻²
λ _{sd} ¹⁾	137 FIT
λ _{su} ¹⁾	457 FIT
λ _{dd} ¹⁾	0,3 FIT
λ _{du} ¹⁾	56 FIT
MTBF	133 Jahre
Verschaltung	
Funktionstest mit Prüftaster	jährlich
Vollständiger Funktionstest z.B. Anfahren des Füllstandes	spätestens nach 5 Jahren
¹⁾ Quelle: Management summary des exida.com Prüfberichtes (siehe Anhang)	



*1 ohne jährlichen Funktionstest mit Prüftaster
 *2 mit jährlichem Funktionstest mit Prüftaster

Exida Management Summary



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / IEC 61511 carried out on Liquiphant M/S with PFM output FEL 57 with software version V01.00.01 and hardware version V01.01 and Nivotester FTL325P for applications with MIN detection. Table 1 gives an overview of the different configurations which have been assessed.

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

Table 1: Configuration overview

Configurations	
[CONF 1]	FEL 57
[CONF 2]	FEL 57 with Nivotester FTL325P as single channel device in single channel mode
[CONF 3]	FEL 57 with Nivotester FTL325P as three channel device in single channel mode with two output relays in parallel
[CONF 4]	FEL 57 with Nivotester FTL325P as three channel device in single channel mode

The failure rates used in this analysis are the basic failure rates from the Siemens standard SN 29500.

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.

According to table 2 of IEC 61508-1 the PFD_{AVG} for systems operating in low demand mode has to be $\geq 1,00E-03$ and $< 1,00E-02$ 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 shall be smaller than 1,00E-02, hence the maximum allowable PFD_{AVG} value for the sensor part would then be 3,50E-03.

Liquiphant M/S with PFM output FEL 57 is considered to be a Type B¹ component. Nivotester FTL325P is considered to be a Type A² component. In the following both sub-systems are considered to be Type B components for simplification reasons and as a worst-case assumption.

For Type A components with a SFF of 60% to $< 90\%$ a hardware fault tolerance of 0 according to table 2 of IEC 61508-2 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems.

For Type B components with a SFF of 90% to $< 99\%$ a hardware fault tolerance of 0 according to table 2 of IEC 61508-2 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems.

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 Type A component: "Non-complex" component (all failure modes are well defined); for details see 7.4.3.1.2 of IEC 61508-2.



FMECA and Proven-in-use Assessment

Project:

Level limit switch Liquiphant M/S
with PFM output FEL 57 and Nivotester FTL325P
Applications with level limit detection in liquids (MIN detection)

Customer:

Endress+Hauser GmbH+Co.KG
Maulburg
Germany

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

Report No.: E+H 03/03-22 R038

Version V1, Revision R0, October 2006

Stephan Aschenbrenner

The document was prepared using best effort. The authors make no warranty of any kind and shall not be liable in any event for incidental or consequential damages in connection with the application of the document.
© All rights on the format of this technical report reserved.



As Liquiphant M/S with PFM output FEL 57 and Nivotester FTL325P are supposed to be proven-in-use devices, an assessment of the hardware with additional proven-in-use demonstration for the device and its software was carried out. The proven-in-use investigation was based on field return data collected and analyzed by Endress+Hauser GmbH+Co.KG. This data cannot cover the process connection. The proven-in-use justification for the process connection still needs to be done by the end-user.

According to the requirements of IEC 61511-1 First Edition 2003-01 section 11.4.4 and the assessment described in section 6, Liquiphant M/S with PFM output FEL 57, and Nivotester FTL325P with a hardware fault tolerance of 0 and a SFF of > 60% are considered to be suitable for use in SIL 2 safety functions. The decision on the usage of proven-in-use devices, however, is always with the end-user.

Table 2: Summary for [CONF 1] with density 0,7 g/cm³

	T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years
With annual manual test	PFD _{AVG} = 1,97E-04	PFD _{AVG} = 7,64E-04
Without annual manual test	PFD _{AVG} = 1,97E-04	PFD _{AVG} = 9,83E-04

λ_{SD} = 1,18E-07 1/h
 λ_{SU} = 2,04E-07 1/h
 λ_{DD} = 3,38E-10 1/h
 λ_{SU} = 4,49E-08 1/h
 SFF = 87%; HFT = 0; DC_{Proof} = 27,84%

Table 3: Summary for [CONF 2] with density 0,7 g/cm³

	T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years
With annual manual test	PFD _{AVG} = 2,44E-04	PFD _{AVG} = 8,87E-04
Without annual manual test	PFD _{AVG} = 2,44E-04	PFD _{AVG} = 1,22E-03

λ_{SD} = 1,37E-07 1/h
 λ_{SU} = 4,57E-07 1/h
 λ_{DD} = 3,38E-10 1/h
 λ_{SU} = 5,57E-08 1/h
 SFF = 91%; HFT = 0; DC_{Proof} = 34,11%



Table 4: Summary for [CONF 3] with density 0,7 g/cm³

	T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years
With annual manual test	PFD _{AVG} = 2,56E-04	PFD _{AVG} = 1,05E-03
Without annual manual test	PFD _{AVG} = 2,56E-04	PFD _{AVG} = 1,28E-03

λ_{SD} = 1,18E-07 1/h
 λ_{SU} = 5,17E-07 1/h
 λ_{DD} = 3,38E-10 1/h
 λ_{SU} = 5,85E-08 1/h
 SFF = 91%; HFT = 0; DC_{Proof} = 22,39%

Table 5: Summary for [CONF 4] with density 0,7 g/cm³

	T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years
With annual manual test	PFD _{AVG} = 2,44E-04	PFD _{AVG} = 8,87E-04
Without annual manual test	PFD _{AVG} = 2,44E-04	PFD _{AVG} = 1,22E-03

λ_{SD} = 1,37E-07 1/h
 λ_{SU} = 4,57E-07 1/h
 λ_{DD} = 3,38E-10 1/h
 λ_{SU} = 5,57E-08 1/h
 SFF = 91%; HFT = 0; DC_{Proof} = 34,11%

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 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.

After an operating period of 5 years a proof test without annual manual test is mandatory. This proof test shall be executed by e.g. lowering the liquid level below the switch point or by an equivalent procedure.

A user of Liquiphant M/S with PFM output FEL 57 and Nivotester FTL325P 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 for different operating conditions is presented in section 5.1 to 5.4 along with all assumptions.

It is important to realize that the "No Effect" and "Annunciation"³ failures are included in the "safe undetected" failure category according to IEC 61508, Edition 2000. Note that these failures on their own will not affect system reliability or safety, and should not be included in spurious trip calculations.

³ In this context "Annunciation" failures are failures of the alarm indication or the manual test circuit. In both cases a malfunction can be detected by the user.



71271293

www.addresses.endress.com
