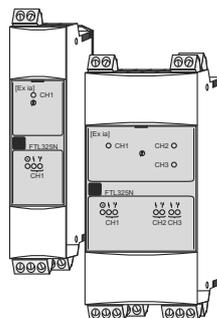
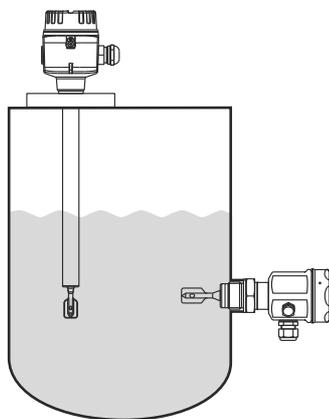


Handbuch zur Funktionalen Sicherheit Liquiphant M/S mit FEL58 und Nivotester FTL325N



Grenzstand-Messsystem

Anwendungsbereich

Minimumdetektion (auch Trockenlaufschutz) von Flüssigkeiten aller Art in Behältern, welche den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC 61508 / IEC 61511-1 genügen sollen.

Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen

- für Sicherheitsfunktionen bis SIL 2
- an Explosionsschutz durch Eigensicherheit oder druckfeste Kapselung
- 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 / IEC 61511-1
- Überwachung auf Korrosion an der Schwinggabel des Messaufnehmers
- Keinerlei Abgleich
- Störmeldung für Leitungsbruch und Kurzschluss
- Funktionsprüfung der Folgegeräte per Tastendruck
- Fremdviibrationssicher
- Einfache Inbetriebnahme

Inhaltsverzeichnis

SIL Konformitätserklärung	3
Allgemeines	5
Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)	5
Aufbau des Messsystems	6
Grenzstand-Messsystem	6
Sicherheitsfunktion	6
Zulässige Gerätetypen	7
Angaben für die Sicherheitsfunktion	8
Mitgeltende Gerätedokumentation	8
Einstellungen und Installationshinweise	10
Installationshinweise	10
Verhalten im Betrieb und bei Störung	11
Reparatur	11
Wiederkehrende Prüfung des Messsystems	11
Anhang	12
Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem	12
Exida Management Summary	19
Ergänzende Dokumentation	21

SIL Konformitätserklärung

SIL-14004a/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 electronic insert FEL58 and Nivotester FTL325N

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.

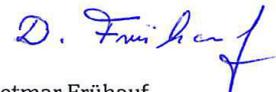
Maulburg, 30.01.2014
Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i. V.



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

i. V.



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

SIL-14004a/00

General			
Device designation and permissible types	Liquiphant M/S with electronic insert FEL58 and Nivotester FTL325N For more details please have a look at the safety manual SD170F		
Safety-related output signal	NAMUR interface [CONF 1]; Relais [CONF 2]		
Fault current	< 1,2 mA [CONF 1]		
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	As of delivery date October 2000		
Valid Software-Version	As of 1.0		
Safety manual	SD170F		
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 02/6-16 R013		
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			
	Liquiphant M/S with electronic insert FEL58 ³	Liquiphant M/S with electronic insert FEL58 and Nivotester FTL325N ⁴	
Safety function	MIN detection	MIN detection	
λ_{Du} ^{*1)}	72.7 FIT	84 FIT	
λ_{DD} ^{*1)}	12.7 FIT	12.7 FIT	
λ_{Su} ^{*1)}	187 FIT	530 FIT	
λ_{SD} ^{*1)}	65.6 FIT	65.6 FIT	
SFF - Safe Failure Fraction	78 %	88 %	
PTC ^{*2)}	- %	- %	
λ_{total} ^{*1)}	338 FIT	692 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 2 [CONF 2] in the exida test report			
Other configurations see SD265F under www.endress.com/SIL			
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)

Allgemeines



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

Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)

Auslegungstabellen zur Bestimmung des Safety Integrity Levels (SIL)

Mit den nachfolgenden Tabellen wird der erreichbare SIL bzw. die Anforderungen bezüglich der "Durchschnittlichen gefährlichen Versagenswahrscheinlichkeit bei Anforderung" (PFD_{avg}), der "Hardware Fehlertoleranz" (HFT) und dem "Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Fehler" (SFF) an das Sicherheitssystem bestimmt. Die spezifischen Werte für das Messsystem Liquiphant M/S + Nivotester FTL325N finden Sie in den Tabellen im Anhang.

Zulässige Versagenswahrscheinlichkeiten der gesamten Sicherheitsfunktion in Abhängigkeit vom SIL für "Low Demand Systeme", die auf Anforderungen (z.B. Überschreiten eines definierten MIN Füllstandes/Schaltpunkts) reagieren müssen (Quelle: IEC 61508, Teil 1):

SIL	PFD_{avg}
4	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$
3	$\geq 10^{-4} \dots < 10^{-3}$
2	$\geq 10^{-3} \dots < 10^{-2}$
1	$\geq 10^{-2} \dots < 10^{-1}$

Die nachfolgende Tabelle zeigt den erreichbaren Safety Integrity Level (SIL) abhängig vom Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Fehler und der "Hardware Fehlertoleranz" des gesamten Sicherheitssystems für Systeme vom Typ B (komplexe Bauelemente, nicht alle Fehler bekannt bzw. beschreibbar).

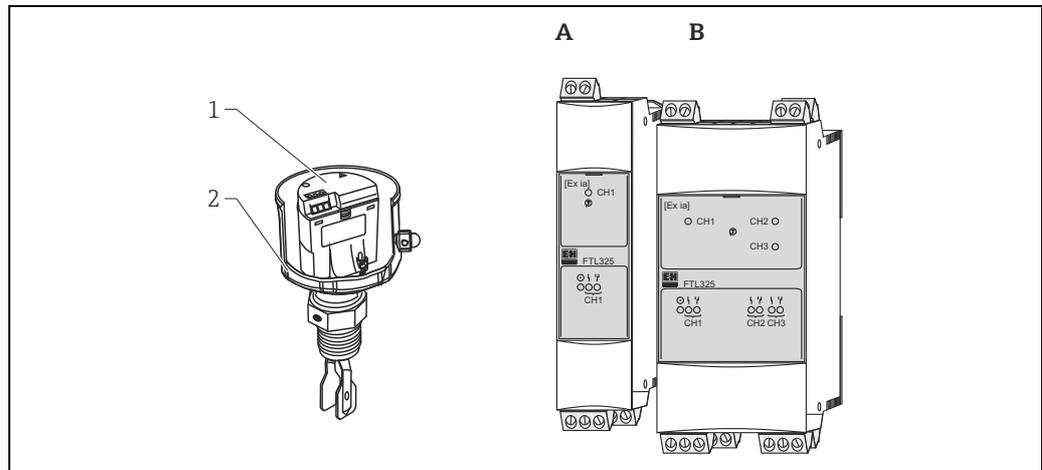
SFF	HFT		
	0	1 (0) ¹⁾	2 (1) ¹⁾
< 60%	not allowed	SIL 1	SIL 2
60% ... < 90%	SIL 1	SIL 2	SIL 3
90% ... < 99%	SIL 2	SIL 3	
$\geq 99\%$	SIL 3		

- 1) Nach IEC 61511-1 (FDIS) (Kapitel 11.4.4) kann die HFT um eins reduziert werden (Werte in Klammern) wenn die eingesetzten Geräte folgende Bedingungen erfüllen:
- das Gerät ist betriebsbewährt,
 - es können am Gerät nur prozessrelevante Parameter geändert werden (z.B. Messbereich, ...),
 - die Veränderung der prozessrelevanten Parameter ist geschützt (z.B. Passwort, Jumper, ...),
 - die Sicherheitsfunktion erfordert weniger als SIL 4.
- Alle Bedingungen treffen für den Liquiphant M/S + Nivotester FTL325N zu.

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 FTL325N (1-Kanal)
B Nivotester FTL325N (3-Kanal)

Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion gilt für alle Einstellungen in MIN-Sicherheit (Überwachung des Bedecktzustandes) und Verwendung der Schließerkontakte der Füllstandrelais.

Für die Sicherheitsfunktion sind folgende Einstellungen zugelassen:

Gerät	Einstellung	Auslieferungszustand
Liquiphant	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dichteschalter-Stellung: 0,5 ■ Dichteschalter-Stellung: 0,7 	Dichteschalter-Stellung: 0,7
	Sicherheitsschaltung "MIN"	Sicherheitsschaltung "MAX"
Nivotester FTL325N-#3#3	Fehlerstromsignal < 1,2 mA	Fehlerstromsignal < 1,2 mA
	Alle Einstellungen außer "AS-Funktion" (siehe Kapitel "Einstellungen und Installationshinweise")	3-Kanal Betrieb
	Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss- und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen.	Schalter für Störung "EIN"
Nivotester FTL325N-#1#1	Fehlerstromsignal < 1,2 mA	Fehlerstromsignal < 1,2 mA
		1-Kanal Betrieb
	Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss- und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen.	Schalter für Störung "EIN"

Das Füllstandrelais arbeitet immer in Ruhestromsicherheit; d.h. das Relais fällt ab, wenn:

- der Schalterpunkt unterschritten wird (Füllstand sinkt unter die Ansprechhöhe)
- eine Störung eintritt
- die Netzspannung ausfällt

Zusätzlich zum Füllstandrelais arbeitet das Störmelderelais (Alarmrelais) in Ruhestromsicherheit und fällt ab, wenn:

- eine der folgenden Störungen eintritt:
 - Unterbrechung der Sensorleitung
 - Kurzschluss der Sensorleitung
- die Netzspannung ausfällt



Mit dem Störmelderelais fällt immer auch das Füllstandrelais ab.

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+ FEL58

Merkmalsausführung	Benennung	Merkmalsausführung
	010 Zulassung	alle
	020 Prozessanschluss	alle
	030 Sondenlänge; Typ	alle
	040 Elektronik; Ausgang	8 FEL58; SIL NAMUR+Prüftaster (H-L Signal)
	050 Gehäuse; Kabeleinführung	alle
	060 Zusatzausstattung	alle

Gültige Firmware-Version: ab 01.00.00

Gültige Hardware-Version (Elektronik): ab 01.00

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

Liquiphant S FTL70, FTL71+ FEL58

Merkmalsausführung	Benennung	Merkmalsausführung
	010 Zulassung	alle
	020 Prozessanschluss	alle
	030 Sondenlänge	alle
	040 Elektronik; Ausgang	8 FEL58; SIL NAMUR+Prüftaster (H-L Signal)
	050 Gehäuse; Kabeleinführung	alle
	060 Zusatzausstattung	alle
	070 Anwendung	alle

Gültige Firmware-Version: ab 01.00.00

Gültige Hardware-Version (Elektronik): ab 01.00

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

Nivotester FTL325N

Merkmalsausführung	Benennung	Merkmalsausführung
	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 TIS Ex ia IIC, SIL, Labeling in Japan
	020 Gehäuse	alle
	030 Hilfsenergie	alle
	040 Schaltausgang	alle

Angaben für die Sicherheitsfunktion

- Die **verbindlichen Einstellungen** und Angaben für die Sicherheitsfunktion finden Sie in Kapitel "Sicherheitsfunktion", →  6 und in Kapitel "Einstellungen und Installationshinweise", →  10.
- Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt $\leq 0,9$ s.



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 <ul style="list-style-type: none"> FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51H: TI00328F/00/DE FTL51C: TI00347F/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"> FTL50, FTL51: KA00143F/00/A6 KA00163F/00/A6¹⁾ FTL50H, FTL51H: KA00144F/00/A6 KA00164F/00/A6¹⁾ FTL51C: KA00162F/00/A6 KA00165F/00/A6¹⁾ 	<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.

1) mit Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Liquiphant S FTL70, FTL71

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
Technische Information TI00354F/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 KA00172F/00/A6 KA00173F/00/A6 ¹⁾	<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.

1) mit Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Nivotester FTL325N

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
Technische Information TI00353F/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: KA00170F/00/A6 ■ 3-Kanal Gerät: KA00171F/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 FEL58 und Nivotester FTL325N 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.

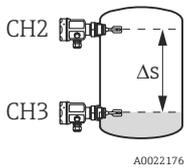
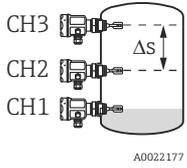
Die Umgebungsbedingungen für den Nivotester FTL325N müssen der Schutzklasse IP54 (gemäß EN 60529) entsprechen.

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

Einstellungen Liquiphant M/S (FEL58):

- Die **Einstellung am Dichteschalter** ist dem Dichtebereich des Mediums entsprechend einzustellen.
- Die Einstellung der **Sicherheitsschaltung** hat Einfluss auf die Funktion. Der DIL-Schalter muss bei einer SIL Anwendung zur Minimumdetektion in Stellung MIN stehen.

Einstellungen Nivotester FTL325N-#3#3 (3-Kanal-Version):

Einstellung	Beschreibung	 Achtung!
 A0022176	Kanal 2+3 in ΔS-Funktion	Diese Einstellung ist nicht für die Sicherheitsfunktion zugelassen!
 A0022177	Kanal 1 unabhängig Kanal 2+3 in ΔS-Funktion	Kanal 1 ist für die Sicherheitsfunktion zugelassen Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss- und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen. Kanal 2 und 3 sind in dieser Einstellung nicht für die Sicherheitsfunktion zugelassen!



Für den Nivotester FTL325N 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 "Mitteltende Gerätedokumentation", →  8 finden.

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

Die Funktionsfähigkeit der Überfüllsicherung ist jährlich zu prüfen, wenn die im Anhang genannten $PF_{D_{avg}}$ -Werte verwendet werden.

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Minimumdetektion im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Dies ist bei einem Absenken der Ansprechhöhe im Rahmen einer Entleerung gewährleistet. Wenn eine Entleerung 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 Störmeldeschafter auf ON stehen.



Für den Funktionstest sind folgende Punkte zu beachten:

- Jeder einzelne Kanal ist z.B. durch Absenken des Füllstandes zu prüfen.
- Das Schalten der Relaiskontakte kann z.B. mit Handmultimeter an den Klemmen oder durch beobachten der nachfolgenden Minimumdetektions-Komponenten (z.B. Hupe, Stellglied) geprüft 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.
- Als positives Prüfergebnis muss ein Freiwerden der Schwinggabel erkannt werden und zum Alarm der Minimumdetektion führen.
- **Wenn bei der Wiederkehrenden Prüfung ein Freizustand der Gabel 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

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



Zu den nachfolgenden Tabellen sind folgende Punkte zu beachten:

- 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. Andere, als die im Anhang dargestellten Verschaltungen, wurden nicht bewertet und haben daher keine sicherheitsrelevante Aussage.
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 frei meldet).
- Für jeden Kanal, der eine Sicherheitsfunktion ausführt, ist die Störmeldung (Leitungsbruch/Kurzschluss) einzuschalten.
- Bei mehreren Geräten in einer Verschaltung, weisen alle die gleichen gezeigten Einstellungen auf.



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

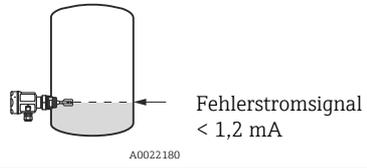
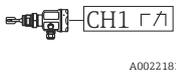
Liquiphant M/S:

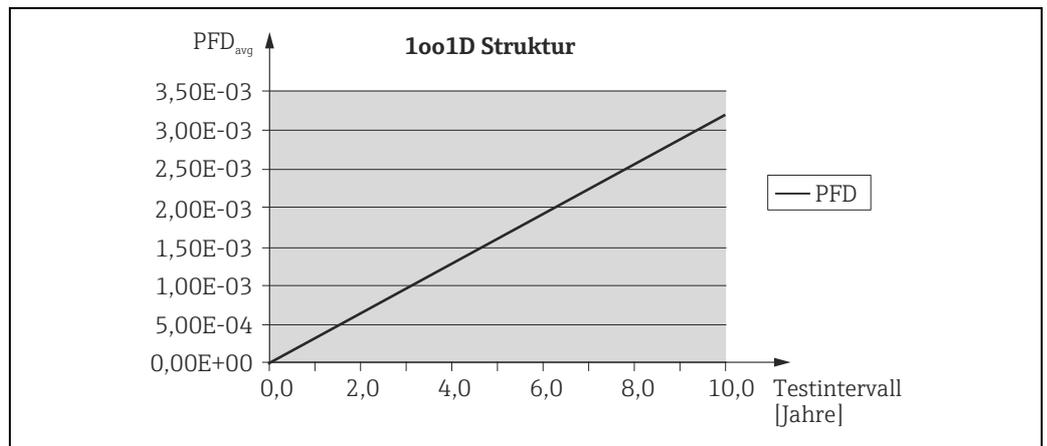
- Fester und/oder schwerer Ansatz oder nicht "Newtonsche Medien".
- Feststoffanteile des Messmediums mit einem Durchmesser $> 5,0$ mm (0.2 in).
- Korrosion: Der Liquiphant darf nur in Medien eingesetzt werden, gegen die die verwendeten prozessberührenden Teile beständig sind. Wenn beschichtete Sensoren eingesetzt werden, muss deshalb sichergestellt werden, dass Einbau und Betrieb ohne Beschädigung erfolgen.

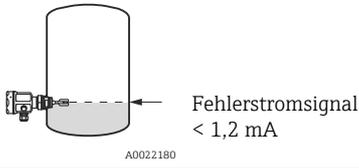
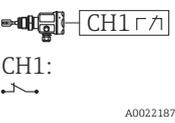
Die Fehler können dazu führen, dass die Anforderung der Sicherheitsfunktion nicht erkannt wird und der Liquiphant nicht bestimmungsgemäß schaltet.

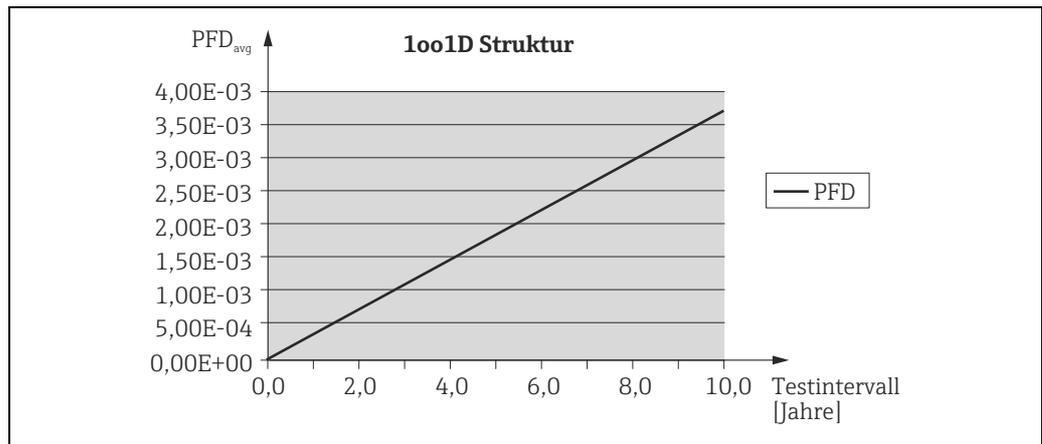
Liquiphant S:

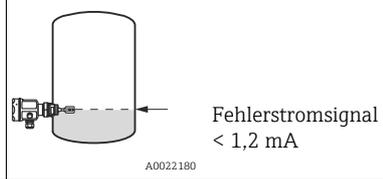
- Wasserstoffdiffusion bei Temperaturen oberhalb von 180 °C (356 °F) und oberhalb von 64 bar (928 psi).

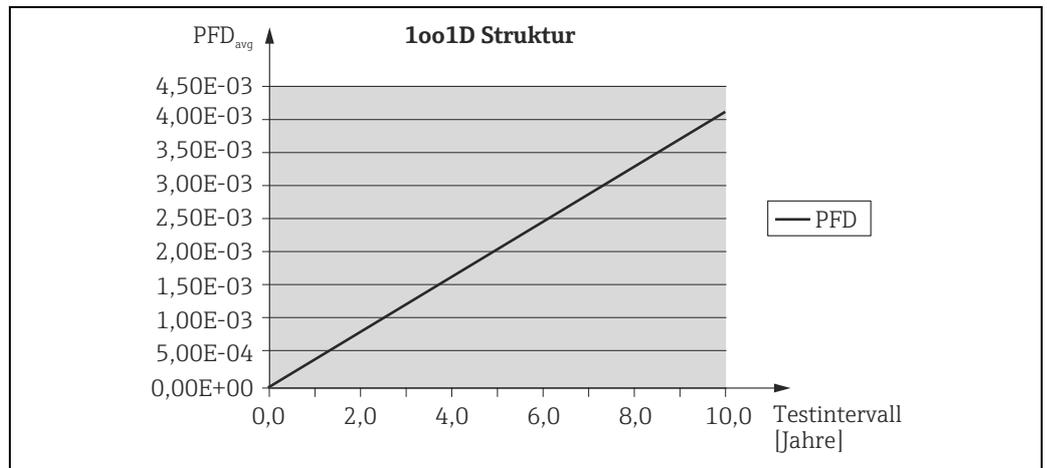
Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 1)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Bewerteter NAMUR-Transmitter	
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	78.5%
PFD _{avg} **	3.2×10^{-4}
Verschaltung	 <p>Die sicherheitstechnischen Parameter des NAMUR-Transmitters sind bei dem entsprechenden Hersteller anzufragen.</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

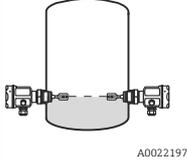
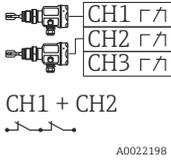


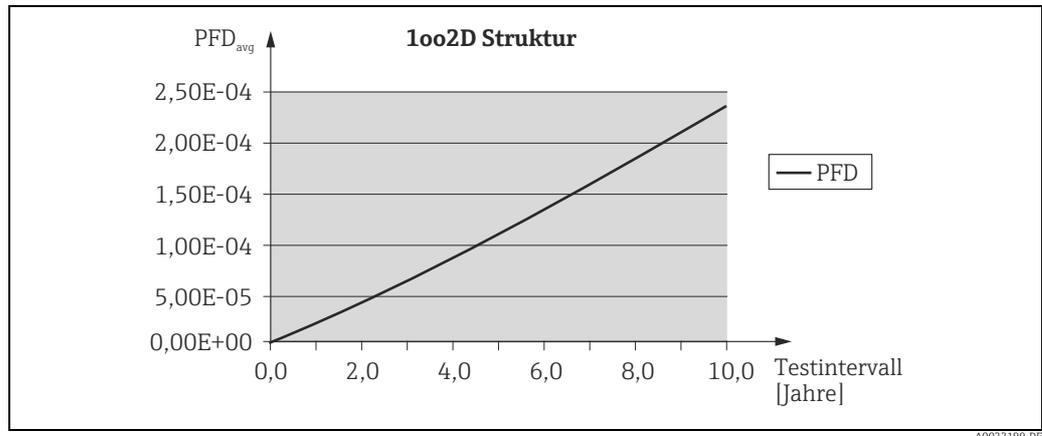
Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 2)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Nivotester FTL325N-#1#1 Einstellungen (1-Kanal-Gerät)	 <p>A0022180</p>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	87.9%
PFD _{avg} **	3.7×10^{-4}
Verschaltung	 <p>CH1:</p> <p>A0022187</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

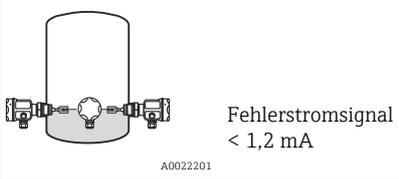
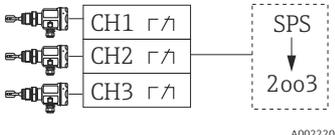


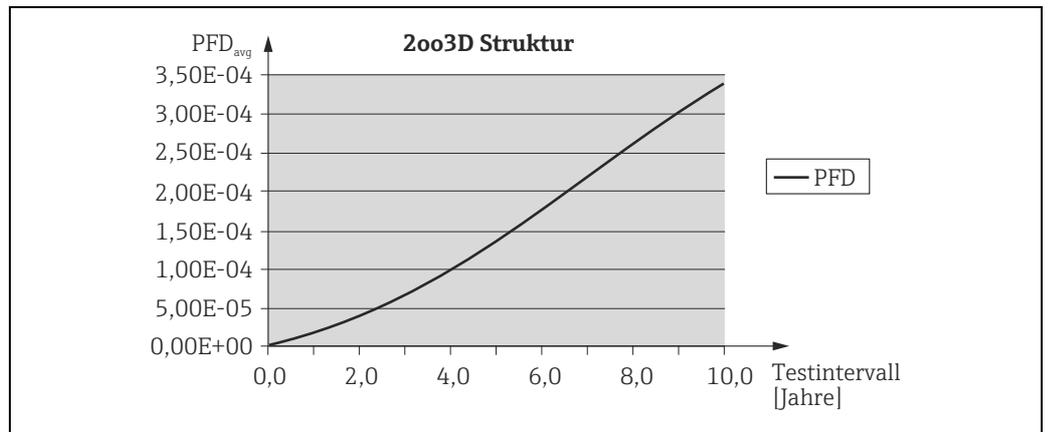
Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 3)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Nivotester FTL325N-#3#3 Einstellungen (3-Kanal-Gerät)	 <p style="text-align: right;">Fehlerstromsignal < 1,2 mA</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">A0022180</p>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	87.7%
PFD _{avg} **	4.1×10^{-4}
Verschaltung	 <p>CH2, CH3:</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">A0022193</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

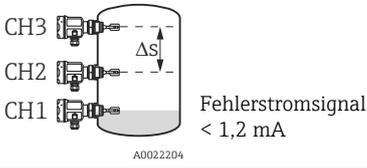
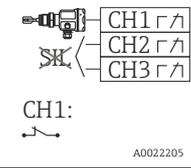


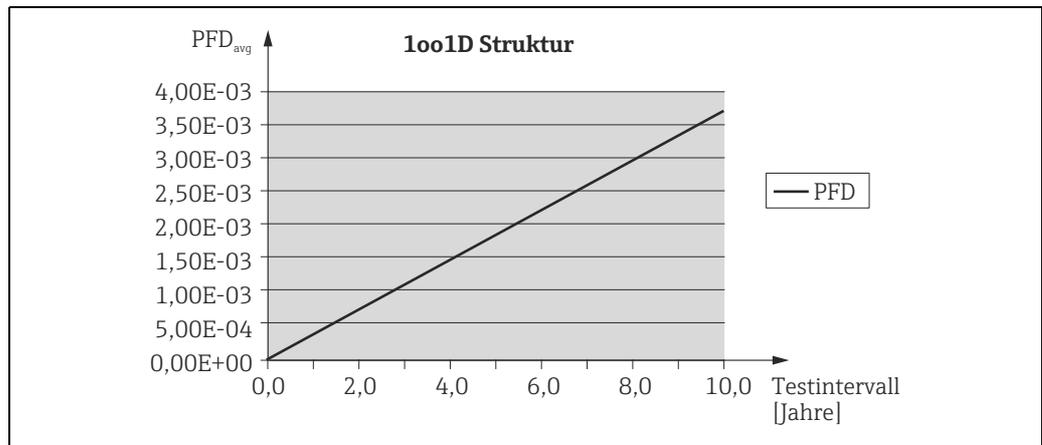
Auswahlschaltung: 1oo2 (CONF 4)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Nivotester FTL325N-#3#3 Einstellungen (3-Kanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal < 1,2 mA</p>
SIL	SIL 2
HFT	1
SFF	87.9%
PFD _{avg} **	2.1×10^{-5}
Verschaltung	 <p>CH1 r/n CH2 r/n CH3 r/n</p> <p>CH1 + CH2</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



Auswahlschaltung: 2oo3 (CONF 5)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Nivotester FTL325N-#3#3 Einstellungen (3-Kanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal < 1,2 mA</p> <p style="text-align: center;"><small>A0022201</small></p>
SIL	SIL 2
HFT	1
SFF	87.3%
PFD _{avg} **	2.4×10^{-5}
Verschaltung	 <p style="text-align: center;"><small>A0022202</small></p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 6)	
Liquiphant (FEL58) Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MIN-Sicherheit
Nivotester FTL325N-#3#3 Einstellungen (3-Kanal-Gerät)	 A0022204
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	87.9%
PFD _{avg} **	3.7×10^{-4}
Verschaltung	 A0022205
Wiederkehrende Prüfung z.B. Absenken des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



Exida Management Summary



Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / FDIS IEC 61511 carried out on Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 58 with software version V1.0 and Nivotester FTL325N 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 58
[CONF 2]	FEL 58 with Nivotester FTL325N as single channel device
[CONF 3]	FEL 58 with Nivotester FTL325N as three channel device in single channel mode with two output relays in parallel
[CONF 4]	FEL 58 with Nivotester FTL325N as three channel device in dual channel mode with one channel having two output relays in parallel
[CONF 5]	FEL 58 with Nivotester FTL325N as three channel device in three channel mode
[CONF 6]	FEL 58 with Nivotester FTL325N as three channel device in single channel mode

FEL 58 has a current output interface according to EN 60947-5-6 / IEC 60947-5-6.

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

According to table 2 of IEC 61508-1 the average PFD for systems operating in low demand mode has to be $\geq 10^{-3}$ to $< 10^{-2}$ for SIL 2 safety functions. A generally accepted distribution of PFD_{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.

Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 58 is considered to be a Type B¹ component having a hardware fault tolerance of 0. Nivotester FTL325N 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.

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

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

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

© exida.com GmbH
Stephan Aschenbrenner

e-h 02-6-16-r013 v1 r1.1, May 15, 2003
Page 2 of 34



FMECA including SFF determination and PFD_{AVG} calculation

Project:

Level limit switch Liquiphant M/S
with NAMUR output FEL 58 and Nivotester FTL325N
Applications with level limit detection in liquids (MIN detection)

Customer:

Endress+Hauser GmbH+Co.KG
Maulburg
Germany

Contract No.: E+H 02/6-16

Report No.: E+H 02/6-16 R013

Version V1, Revision R1.1, May 2003

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 reserved.



As Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 58 and Nivotester FTL325N 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. Therefore according to the requirements of IEC 61511-1 FDIS Ed.1 27-09-02 section 11.4.4 and the assessment described in section 5.1 a hardware fault tolerance of 0 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems being Type B components and having a SFF of 60% to < 90%.

Table 2: Summary for [CONF 1]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 3,16E-04$	$PFD_{AVG} = 1,59E-03$	$PFD_{AVG} = 3,17E-03$	> 78 %

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 1,87E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 7,27E-08$ 1/h

Table 3: Summary for [CONF 2]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 3,68E-04$	$PFD_{AVG} = 1,84E-03$	$PFD_{AVG} = 3,66E-03$	> 87 %

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 5,30E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 8,40E-08$ 1/h

Table 4: Summary for [CONF 3]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 4,09E-04$	$PFD_{AVG} = 2,04E-03$	$PFD_{AVG} = 4,07E-03$	> 87 %

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 5,87E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 9,33E-08$ 1/h

Table 5: Summary for [CONF 4]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 2,07E-05$	$PFD_{AVG} = 1,10E-04$	$PFD_{AVG} = 2,38E-04$	> 87 %

Leg 1 (consisting of [CONF 2]):

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 5,30E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 8,40E-08$ 1/h

Leg 2 (consisting of [CONF 3]):

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 5,87E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 9,33E-08$ 1/h

Table 6: Summary for [CONF 5]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 2,37E-05$	$PFD_{AVG} = 1,42E-04$	$PFD_{AVG} = 3,40E-04$	> 87 %

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 6,25E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 1,03E-07$ 1/h

Table 7: Summary for [CONF 6]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
$PFD_{AVG} = 3,68E-04$	$PFD_{AVG} = 1,84E-03$	$PFD_{AVG} = 3,66E-03$	> 87 %

$\lambda_{sd} = 6,56E-08$ 1/h
 $\lambda_{su} = 5,30E-07$ 1/h
 $\lambda_{dd} = 1,27E-08$ 1/h
 $\lambda_{du} = 8,40E-08$ 1/h

The boxes marked in yellow (■) mean that the calculated PFD_{AVG} values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 but do not fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03. The boxes marked in green (■) mean that the calculated PFD_{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.

The functional assessment according to IEC 61508 has shown that Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 58 and Nivotester FTL325N has a PFD_{AVG} within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and a Safe Failure Fraction (SFF) of > 80%. Based on the verification of "prior use" they can be used as a single device for SIL2 Safety Functions in terms of IEC 61511-1 FDIS Ed.1 27-09-02.

A user of Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 58 and Nivotester FTL325N 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 5.2 to 5.7 along with all assumptions.

Ergänzende Dokumentation Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung
CP01008Z/11/DE.



71238758

www.addresses.endress.com
