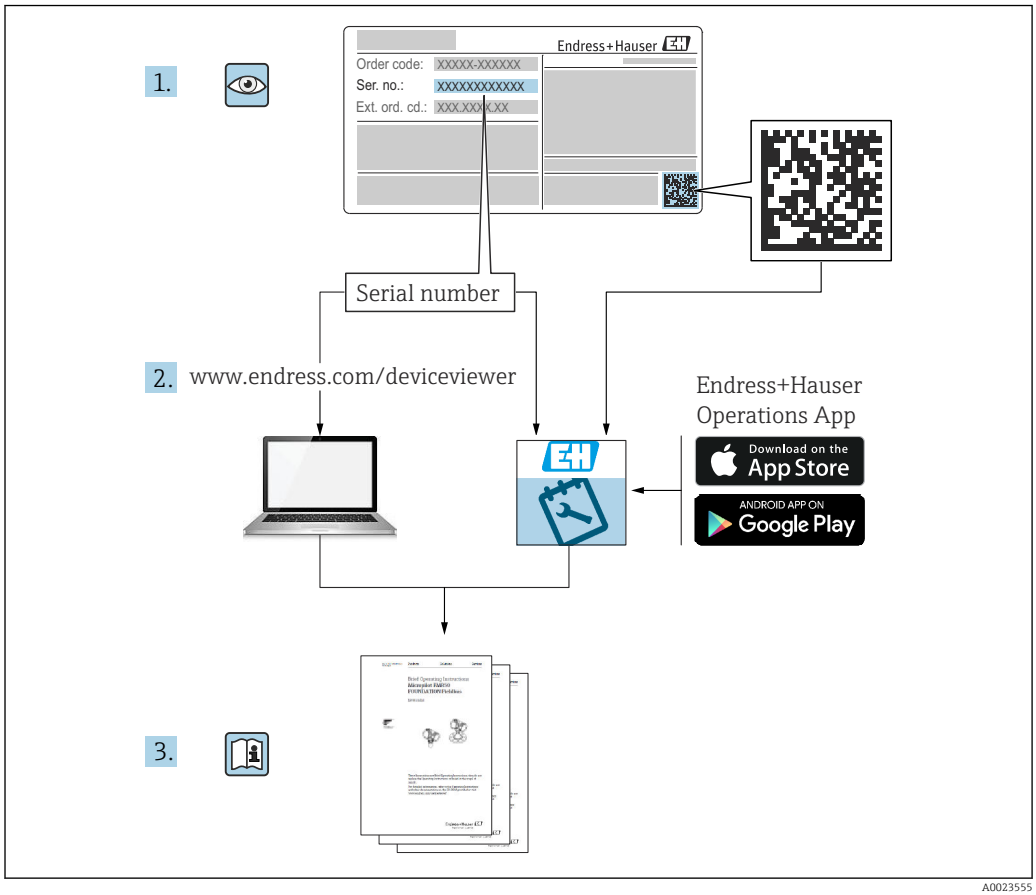
FY01089F/00/DE/01.22-00
71582851
2022-09-30

01.00.zz (Gerätefirmware)

Handbuch Funktionale Sicherheit
Liquiphant M, Liquiphant S mit Elektronikeinsatz FEL56 + Nivotester FTL325N

Grenzstand-Messsystem

Endress+Hauser
People for Process Automation


1.
Endress+Hauser
Order code: XXXXX-XXXXXX
Ser. no.: XXXXXXXXXXXX
Ext. ord. cd.: XXX.XXX.X.XX
Serial number
2. www.endress.com/deviceviewer
Endress+Hauser
Operations App
Download on the
App Store
ANDROID APP ON
Google Play
3.

A0023555

Inhaltsverzeichnis

1 Konformitätserklärung 4

1.1 Allgemein 6
1.2 Weitere sicherheitstechnische Kenngrößen . . . 6
1.3 Gebrauchsdauer elektrische Bauteile 14

2 Hinweise zum Dokument 16

2.1 Dokumentfunktion 16
2.2 Verwendete Symbole 16
2.2.1 Warnhinweissymbole 16
2.2.2 Symbole für Informationstypen 16
2.2.3 Symbole in Grafiken 16
2.3 Mitgeltende Dokumentation 17

3 Zulässige Gerätetypen 19

3.1 SIL-Kennzeichnung auf dem Typenschild 20

4 Sicherheitsfunktion 21

4.1 Definition der Sicherheitsfunktion 21
4.2 Einschränkungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb 21
4.2.1 Dichte Medium 21
4.2.2 Ansatz (nur für Minimum-Detektion) 22
4.2.3 Festkörper - heterogene Gemische (nur für Minimum-Detektion) 22
4.2.4 Wasserstoffdiffusion (Nur Liquiphant S - Hochtemperatur) 22
4.2.5 Wandabstand 23
4.2.6 Korrosion 23
4.2.7 Abrasion 23
4.2.8 Fließgeschwindigkeit 23
4.2.9 Fremdvibration 23
4.2.10 EMV-Verträglickeit 23
4.2.11 Montage Liquiphant M FTL51 mit Schiebemuffe 23

5 Einsatz in Schutzeinrichtungen 24

5.1 Geräteverhalten im Betrieb 24
5.1.1 Geräteverhalten beim Einschalten . . . 24
5.1.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion 24
5.1.3 Geräteverhalten bei Alarmen und Warnungen 24
5.2 Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen 24
5.2.1 Parametrierung Liquiphant 25
5.2.2 Parametrierung Nivotester 27
5.3 Wiederholungsprüfung 28
5.3.1 Ablauf der Wiederholungsprüfung . . . 29
5.3.2 Variante I, Prüfablauf A, MIN-Detektion 31
5.3.3 Variante I, Prüfablauf A, MAX-Detektion 32
5.3.4 Variante II bis VI, Prüfablauf A, MIN-Detektion 33
5.3.5 Variante II bis VI, Prüfablauf A, MAX-Detektion 35
5.3.6 Prüfablauf B 37
5.3.7 Allgemein, Prüfablauf C 38
5.3.8 Variante I, Prüfablauf C, MAX-Detektion 38
5.3.9 Prüfablauf C, MAX-Detektion 39

6 Lebenszyklus 41

6.1 Anforderungen an das Personal 41
6.2 Installation 41
6.3 Bedienung 41
6.4 Wartung 41
6.5 Reparatur 41
6.6 Modifikation 43
6.7 Außerbetriebnahme 43

7 Anhang 44

7.1 Aufbau des Messsystems 44
7.1.1 Systemkomponenten 44
7.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung 44
7.2 Inbetriebnahme- bzw. Proof Test Protokoll . . . 46
7.2.1 Protokoll für Variante I 46
7.2.2 Protokoll für Variante II...VI 47
7.3 Weiterführende Informationen 48
7.4 Versionshistorie 48

1 Konformitätserklärung

SIL_00069_05.22

Endress+Hauser
People for Process Automation

Declaration of Conformity

Functional Safety according to IEC 61508
Based on NE 130 Form B.1

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

being the manufacturer, declares that the product

Liquiphant M/S with electronic insert FEL56
(+ Nivotester FTL325N)

is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC 61508. The instructions of the corresponding functional safety manual must be followed.

This declaration of conformity is exclusively valid for the listed products and accessories in delivery status.

Maulburg, September 8, 2022
Endress+Hauser SE+Co. KG

i. V.

Gerd Bechtel
Dept. Man. R&D Devices Level Limit
Research & Development

i. V.

Manfred Hammer
Dept. Man. R&D Quality Management/FSM
Research & Development

A0025774

SIL_00069_05.22

Endress+Hauser
People for Process Automation

General			
Device designation and permissible types [1]	Liquiphant M/S with electronic insert FEL56 (+ Nivotester FTL325N)		
	FTL5*/7*-******6**** (+ FTL325N-y****; y = G, H, N, P, T, W, 2)		
Safety-related output signal	NAMUR Interface		
Fault signal	2.2 mA ... 2.8 mA		
Process variable/function	Level switch for liquids		
Safety function(s)	MIN / MAX		
Device type acc. to IEC 61508-2	☐ Type A	☒ Type B	
Operating mode	☒ Low Demand Mode	☐ High Demand Mode or Continuous Mode	
Valid hardware version	FEL56 : 01.01 / FTL325N: 02.00		
Valid software version	FEL56 : 01.00.01		
Safety manual	FY01089F		
Type of evaluation (check only one box)	☒	Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	☐	Evaluation of "proven in use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	☐	Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use" acc. to IEC 61511	
	☐	Evaluation by FMEDA acc. to IEC 61508-2 for devices w/o softwar	
Evaluation through – report/certificate no.	TÜV Rheinland 968/FSP 1148		
Test documents	Development documents	Test reports	Data sheets
SIL – Integrity			
Systematic safety integrity		☐ SIL 2 capable	☒ SIL 3 capable
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	☒ SIL 2 capable	☐ SIL 3 capable
	Multi channel use (HFT 1)	☐ SIL 2 capable	☒ SIL 3 capable

FMEDA			
Safety function	MIN	MAX	RANGE
λ_{DU} [2),3)]	67 FIT	54 FIT	/
λ_{DD} [2),3)]	7 FIT	7 FIT	/
λ_{SU} [2),3)]	80 FIT	82 FIT	/
λ_{SD} [2),3)]	56 FIT	68 FIT	/
SFF	68%	74%	/
PFD_{avg} (T_1 = 1 year)[3)] (single channel architecture)	$2.92 \cdot 10^{-4}$	$2.36 \cdot 10^{-4}$	/
PFH	/	/	/
PTC [4)] A / C	93% / /	93% / 93%	/
λ_{total} [2,3)]	210 FIT	211 FIT	/
Diagnostic test interval [5)]	≤ 60 s	≤ 60 s	/
Fault reaction time [6)]	≤ 3 s	≤ 3 s	/

Comments
–

Declaration	
☒	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future

[1)] Valid order codes and order code exclusions are maintained in the E+H ordering system
[2)] FIT = Failure In Time, number of failures per 10^9 h
[3)] Valid for average ambient temperature up to +40 °C (+104 °F)
For continuous operation at ambient temperature close to +60 °C (+140 °F), a factor of 2.1 should be applied
[4)] PTC = Proof Test Coverage
[5)] All diagnostic functions are performed at least once within the diagnostic test interval
[6)] Maximum time between error recognition and error response

A0025775

1.1 Allgemein

Die Komponenten können in verschiedenen Varianten betrieben werden:

- Variante I (→ 🗎 7)
  Ein Liquiphant zur direkten Ansteuerung eines NAMUR-Auswertegeräts (z.B. Messumformer, SSPS) über die NAMUR-Schnittstelle nach EN 50227 (DIN 19234; NAMUR) bzw. IEC 60947-5-6.
- Variante II (→ 🗎 8)
  Ein Liquiphant mit einem 1-Kanal Nivotester, zur Ansteuerung von z.B. einem Aktor oder einer SSPS über Schaltkontakte
- Variante III (→ 🗎 9)
  Ein Liquiphant mit einem 3-Kanal Nivotester, Schaltkontakte werden in Reihe geschaltet
- Variante IV (→ 🗎 10)
  Zwei Liquiphant mit einem 3-Kanal Nivotester, die Schaltkontakte werden in Reihe geschaltet
- Variante V (→ 🗎 12)
  Drei Liquiphant mit einem 3-Kanal Nivotester, alle Kanäle werden benutzt, die Auswertung erfolgt z.B. in einer SSPS
- Variante VI (→ 🗎 14)
  Drei Liquiphant mit einem 3-Kanal Nivotester, nur Kanal 1 wird als SIL relevante Überwachungsfunktion genutzt. Die Kanäle 2 und 3 dienen der Füllstandregelung des selben Füllstands (z.B. Δs). Diese Füllstandregelung darf nicht als Sicherheitsmaßnahme im Rahmen der funktionalen Sicherheit nach EN 61508 betrachtet werden.

HINWEIS

Unabhängigen anderen Füllstand messen (z.B. einen zweiten Tank)

▶ Die restlichen Kanäle dürfen nicht für andere Füllstände verwendet werden.

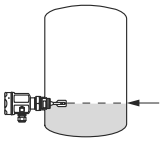
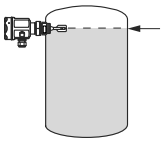
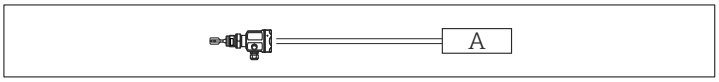
1.2 Weitere sicherheitstechnische Kenngrößen

Zu den nachfolgenden Tabellen sind folgende Punkte zu beachten:

- Bei den nachfolgend angegebenen Berechnungen wurde ein Common Cause-Faktor β = 10 % 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 ist für den Betrieb nach SIL nicht zulässig.
- Die Verschaltung zeigt die Anzahl der Geräte und die Schaltung der Kontakte der Füllstandrelais (öffnen, wenn Anforderung vorliegt).
- 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} l/h.

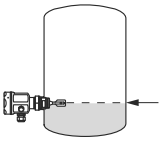
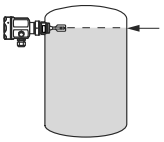
Spezifische Kenngrößen zur Funktionalen Sicherheit:

Variante I: Liquiphant M/S

Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		
Verschaltung	 *A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS*	
SIL	2	
HFT	0	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	68 %	74 %
MTTR	8 h	
λ_{sd} [1)]	56 FIT	68 FIT
λ_{su} [1)]	80 FIT	82 FIT
λ_{dd} [1)]	7 FIT	
λ_{du} [1)]	67 FIT	54 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	$2{,}92 \times 10^{-4}$	$2{,}36 \times 10^{-4}$
MTBF	543 Jahre	
Diagnose-Testintervall [2)]	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit [3)]	≤3 s	
Systemreaktionszeit [4)]	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A [5)]	93 %	
PTC Prüfablauf C [6)]	-	93 %

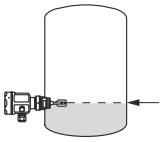
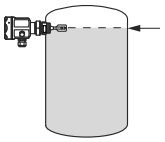
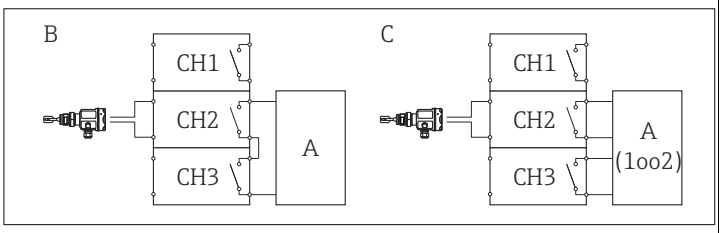
1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

Variante II: Liquiphant M/S; 1-Kanal Nivotester FTL325N

Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		
Verschaltung	*A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS*	
SIL	2	
HFT	0	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	85 %	86 %
MTTR	8 h	
λ_{sd} [1]	56 FIT	68 FIT
λ_{su} [1]	542 FIT	
λ_{dd} [1]	9 FIT	
λ_{du} [1]	110 FIT	97 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	$4{,}83 \times 10^{-4}$	$4{,}27 \times 10^{-4}$
MTBF	159 Jahre	
Diagnose-Testintervall [2]	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit [3]	≤3 s	
Systemreaktionszeit [4]	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A [5]	88 %	
PTC Prüfablauf B [6]	34 %	38 %
PTC Prüfablauf C [7]	-	88 %

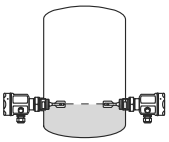
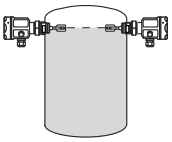
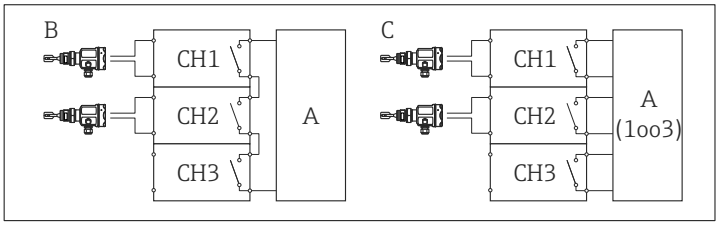
1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Simulation am Nivotester durch Aktivierung des Prüftasters.
7) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

Variante III: Liquiphant M/S; 3-Kanal Nivotester FTL325N, CH2 und CH3 in Reihe

Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		
Verschaltung	 *A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS* *B Möglichkeit 1* *C Möglichkeit 2; Bewertung 1oo2*	
SIL	2	
HFT	0	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	92 %	93 %
MTTR	8 h	
λ_{sd} [1)]	63 FIT	76 FIT
λ_{su} [1)]	803 FIT	
λ_{dd} [1)]	7 FIT	
λ_{du} [1)]	78 FIT	65 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	$3{,}41 \times 10^{-4}$	$2{,}85 \times 10^{-4}$
MTBF	120 Jahre	
Diagnose-Testintervall [2)]	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit [3)]	≤3 s	
Systemreaktionszeit [4)]	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A [5)]	93 %	
PTC Prüfablauf B [6)]	52 %	57 %
PTC Prüfablauf C [7)]	-	93 %

1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Simulation am Nivotester durch Aktivierung des Prüftasters.
7) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

Variante IV: 2 Liquiphant M/S; 3-Kanal Nivotester FTL325N

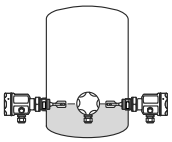
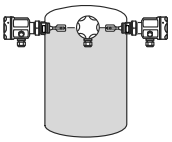
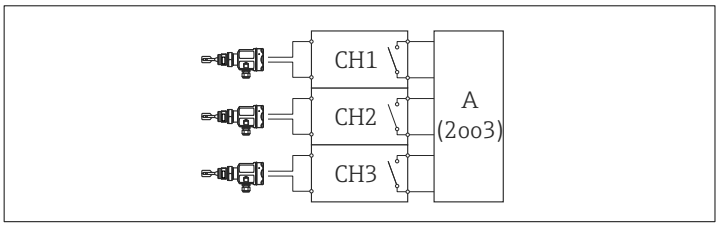
Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		
Verschaltung	 *A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS* *B Möglichkeit 1* *C Möglichkeit 2; Bewertung 1oo3*	
SIL	2	
HFT	1	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	99 %	
MTTR	8 h	
λ_{sd} 1)	135 FIT	159 FIT
λ_{su}	1225 FIT	1203 FIT
λ_{dd}	1 FIT	
λ_{du}	16 FIT	15 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	7,07 x -10^{-5}	6,52 x 10^{-5}
MTBF	83 Jahre	
Diagnose-Testintervall 2)	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit 3)	≤3 s	
Systemreaktionszeit 4)	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A 5)	88 %	
PTC Prüfablauf B 6)	34 %	38 %
PTC Prüfablauf C 7)	-	88 %

1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Simulation am Nivotester durch Aktivierung des Prüftasters.
7) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

Den Ausfallraten liegt eine Betrachtung gemäß DIN EN 61508-6: 2011-02, Anhang D.4, "Verwendung des β-Faktors, um die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalles eines sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systems durch Ausfälle infolge gemeinsamer Ursachen zu berechnen" zugrunde. Die Berechnung ergibt einen β-Faktor von 10 %. Dieser Faktor liegt den oben genannten Ausfallraten zugrunde. Werden bei der Installation zusätzliche Maßnahmen gegen gemeinsame Ausfallursachen (Commen Cause Error) gemäß Tabelle D.1 umgesetzt, kann der β-Faktor gegebenenfalls auf 5 % gesenkt werden. Mögliche Maßnahmen sind:

- Räumlich getrennter Einbau der Sensoren
- Räumlich getrennte Verkabelung zwischen Liquiphant und Nivotester
- Getrennter Schutz vor Umwelteinflüssen: Schlag, Sonneneinstrahlung, EMV-Schutz und/oder Überspannungen
- Verwendung unterschiedlicher Sensorwerkstoffe, sowie Kombination von Hochtemperatur - und Normalausführung

Variante V: 3 Liquiphant M/S; 3-Kanal Nivotester FTL325N

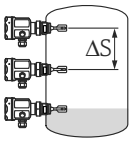
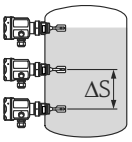
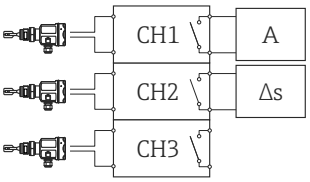
Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		
Verschaltung	 *A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS; Bewertung 2oo3*	
SIL	2	
HFT	1	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	99 %	
MTTR	8 h	
λ_{sd} [1]	198 FIT	234 FIT
λ_{su}	1411 FIT	1377 FIT
λ_{dd}	1 FIT	
λ_{du}	18 FIT	17 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	$8{,}04 \times -10^{-5}$	$7{,}49 \times 10^{-5}$
MTBF	70 Jahre	
Diagnose-Testintervall [2]	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit [3]	≤3 s	
Systemreaktionszeit [4]	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A [5]	88 %	
PTC Prüfablauf B [6]	34 %	38 %
PTC Prüfablauf C [7]	-	88 %

1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Simulation am Nivotester durch Aktivierung des Prüftasters.
7) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

Den Ausfallraten liegt eine Betrachtung gemäß DIN EN 61508-6: 2011-02, Anhang D.4, "Verwendung des β-Faktors, um die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalles eines sicherheitsbezogenen E/E/PE-Systems durch Ausfälle infolge gemeinsamer Ursachen zu berechnen" zugrunde. Die Berechnung ergibt einen β-Faktor von 10 %. Dieser Faktor liegt den oben genannten Ausfallraten zugrunde. Werden bei der Installation zusätzliche Maßnahmen gegen gemeinsame Ausfallursachen (Commen Cause Error) gemäß Tabelle D.1 umgesetzt, kann der β-Faktor gegebenenfalls auf 5 % gesenkt werden. Mögliche Maßnahmen sind:

- Räumlich getrennter Einbau der Sensoren
- Räumlich getrennte Verkabelung zwischen Liquiphant und Nivotester
- Getrennter Schutz vor Umwelteinflüssen: Schlag, Sonneneinstrahlung, EMV-Schutz und/oder Überspannungen
- Verwendung unterschiedlicher Sensorwerkstoffe, sowie Kombination von Hochtemperatur - und Normalausführung

Variante VI: Liquiphant M/S; 3-Kanal Nivotester FTL325N

Kenngröße gemäß IEC 61508	**Wert**	
Sicherheitsfunktion	MIN	MAX
Beispiel		 A0027836
Verschaltung	 *A Weiterführende Sicherheitseinrichtung z.B. Aktor/SSPS* *Δs Füllstandregelung (nicht SIL)*	
SIL	2	
HFT	0	
Gerätetyp	B	
Betriebsart	Low demand mode	
SFF	85 %	86 %
MTTR	8 h	
λ_{sd} [1]	56 FIT	68 FIT
λ_{su}	542 FIT	
λ_{dd}	9 FIT	
λ_{du}	110 FIT	97 FIT
PFD_{avg} für T_1 = 1 Jahr	$4{,}83 \times 10^{-4}$	$4{,}27 \times 10^{-4}$
MTBF	159 Jahre	
Diagnose-Testintervall [2]	≤60 s	
Fehlerreaktionszeit [3]	≤3 s	
Systemreaktionszeit [4]	1 s (bedeckt > frei)	0,5 s (frei > bedeckt)
PTC Prüfablauf A [5]	88 %	
PTC Prüfablauf B [6]	34 %	38 %
PTC Prüfablauf C [7]	-	88 %

1) Dieser Wert berücksichtigt funktionsrelevante Ausfallarten der Elektronikkomponenten gemäß Siemens SN29500.
2) In dieser Zeit werden alle Diagnosefunktionen mindestens einmal ausgeführt.
3) Zeit zwischen Fehlererkennung und Fehlerreaktion.
4) Sprungantwortzeit nach DIN EN 61298-2.
5) Proof Test Coverage bei Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
6) Proof Test Coverage bei Simulation am Nivotester durch Aktivierung des Prüftasters.
7) Proof Test Coverage bei Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

1.3 Gebrauchsdauer elektrische Bauteile

Die zugrunde gelegten Ausfallraten elektrischer Bauteile gelten innerhalb der Gebrauchsdauer gemäß IEC 61508-2:2010 Abschnitt 7.4.9.5 Hinweis 3.

Nach DIN EN 61508-2:2011 Abschnitt 7.4.9.5 Nationale Fußnote N3 sind durch entsprechende Maßnahmen des Herstellers und des Betreibers längere Gebauchsdauern zu erreichen.

2 Hinweise zum Dokument

2.1 Dokumentfunktion

Das Dokument ist Teil der Betriebsanleitung und dient als Nachschlagwerk für anwendungsspezifische Parameter und Hinweise.

- Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit: SIL
- Die allgemeinen Informationen zu SIL sind verfügbar:
  Im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite: www.de.endress.com/SIL

2.2 Verwendete Symbole

2.2.1 Warnhinweissymbole

Symbol	Bedeutung
GEFAHR	**GEFAHR!** Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen wird.
WARNUNG	**WARNUNG!** Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.
VORSICHT	**VORSICHT!** Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.
HINWEIS	**HINWEIS!** Dieser Hinweis enthält Informationen zu Vorgehensweisen und weiterführenden Sachverhalten, die keine Körperverletzung nach sich ziehen.

2.2.2 Symbole für Informationstypen

Symbol	Bedeutung
A0011193	**Tipp** Kennzeichnet zusätzliche Informationen.
	Verweis auf Dokumentation
	Verweis auf Seite
	Verweis auf Abbildung
1., 2., 3....	Handlungsschritte

2.2.3 Symbole in Grafiken

Symbol	Bedeutung
1, 2, 3,...	Positionsnummern
1., 2., 3....	Handlungsschritte
A, B, C, ...	Ansichten

2.3 Mitgeltende Dokumentation

Liquiphant M FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51H, FTL51C

Dokumentation	Bemerkung
Technische Information: ▪ TI00328F/00 (FTL50, FTL50H, FTL51, FTL51H) ▪ TI00347F/00 (FTL51C)	Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Betriebsanleitung: ▪ KA00143F/00 (FTL50, FTL51) ▪ KA00163F/00 (FTL50, FTL51 [1]) ▪ KA00144F/00 (FTL50H, FTL51H) ▪ KA00164F/00 (FTL50H, FTL51H [1]) ▪ KA00162F/00 (FTL51C) ▪ KA00165F/00 (FTL51C [1])	▪ Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. ▪ Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Sonderausführung Dokumentation: SV01222F/00	Zusätzliche Installationshinweise für Technische Sonderprodukte (TSP) mit absetzbarer Elektronik ▪ Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. ▪ Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com → Suche → Seriennummer eingeben
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Option in Bestellmerkmal "Zulassung".	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

1) mit T13 Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Liquiphant S FTL70, FTL71

Dokumentation	Bemerkung
Technische Information: TI00354F/00	Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Betriebsanleitung: ▪ KA00172F/00 ▪ KA00173F/00 [1]	▪ Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. ▪ Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Sonderausführung Dokumentation: SV01222F/00	Zusätzliche Installationshinweise für Technische Sonderprodukte (TSP) mit absetzbarer Elektronik ▪ Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. ▪ Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com → Suche → Seriennummer eingeben
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Option in Bestellmerkmal "Zulassung".	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

1) mit T13 Alu-Gehäuse / separatem Anschlussraum

Nivotester FTL325N

Dokumentation	Bemerkung
Technische Information: TI00353F/00	Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Betriebsanleitung: ▪ KA00170F/00 (1-Kanal) ▪ KA00171F/00 (3-Kanal)	▪ Die Dokumentation liegt dem Gerät bei. ▪ Die Dokumentation steht über das Internet zur Verfügung: → www.endress.com
Sicherheitshinweise abhängig von der gewählten Option in Bestellmerkmal "Zulassung".	Bei zertifizierten Geräteausführungen werden zusätzliche Sicherheitshinweise (XA, ZE) mitgeliefert. Dem Typenschild kann entnommen werden, welche Sicherheitshinweise für die jeweilige Gerätevariante relevant sind.

Dieses Sicherheitshandbuch gilt ergänzend zur Betriebsanleitung, Technischer Information und ATEX-Sicherheitshinweise. Die mitgeltende Gerätedokumentation ist bei Installation, Inbetriebnahme und Betrieb zu beachten. Die für die Schutzfunktion abweichenden Anforderungen sind in diesem Sicherheitheitshandbuch beschrieben.

3 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, FTL51H, FTL51C

Bestellmerkmal	Benennung	Option
010	Zulassung	alle
020	Prozessanschluss	alle
030	Sondenlänge; Typ	alle
040	Elektronik; Ausgang	6 FEL56; SIL NAMUR (L-H Signal)
050	Gehäuse; Kabeleinführung	alle
060	Zusatzausstattung	alle
570	Dienstleistung	alle
580	Test, Zeugnis	alle
600	Sensorbauform	alle
895	Kennzeichnung	alle

- Gültige Firmware-Version: ab 01.00.01
- Gültige Hardware-Version: ab 01.01

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz: Liquiphant S FTL70, FTL71

Bestellmerkmal	Benennung	Option
010	Zulassung	alle
020	Prozessanschluss	alle
030	Sondenlänge	alle
040	Elektronik; Ausgang	6 FEL56; SIL NAMUR (L-H Signal)
050	Gehäuse; Kabeleinführung	alle
060	Zusatzausstattung	alle
070	Anwendung	alle
570	Dienstleistung	alle
580	Test, Zeugnis	alle
600	Sensorbauform	alle
895	Kennzeichnung	alle

- Gültige Firmware-Version: ab 01.00.01
- Gültige Hardware-Version: ab 01.01

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz: Nivotester FTL325N

Bestellmerkmal	Benennung	Option
010	Zulassung	▪ G ATEX II 3(1)G Ex nC/A [ia] IIC T4, SIL, IECEx Zone 2 ▪ H ATEX II (1)GD [EEx ia] IIC, WHG, SIL, IECEx [Ex ia] IIC ▪ N NEPSI (Ex ia) IIC, SIL ▪ P FM IS Cl. I, II, III Div. 1 Gr. A-G, SIL ▪ T CSA IS Cl. I, II, III Div. 1 Gr. A-G, SIL ▪ W TIIS Ex ia IIC, SIL, Labeling in Japan ▪ 2 INMETRO [Ex ia Ga] IIC, SIL ▪ 8 EAC [Ex ia Ga] IIC SIL; EAC [Ex ia Da] IIC, SIL
020	Gehäuse	▪ 1 Schienen Montage, 22.5 mm, 1- Kanal ▪ 3 Schienen Montage, 45mm, 3-Kanal
030	Hilfsenergie	alle
040	Schaltausgang	▪ 1 1x SPDT Füllstand + 1x SPST Alarm ▪ 3 3x SPDT Füllstand + 1x SPST Alarm
995	Kennzeichnung	alle

Gültige Hardware-Version: ab 02.00

3.1 SIL-Kennzeichnung auf dem Typenschild

SIL-zertifizierte Geräte sind mit folgendem Symbol auf dem Typenschild gekennzeichnet: SIL

4 Sicherheitsfunktion

4.1 Definition der Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion des Messgeräts sind:
- Maximum-Grenzstandüberwachung (Überfüllsicherung)
- Minimum-Grenzstandüberwachung (Trockenlaufschutz)

Zur Auswahl der Betriebsart (MIN- oder MAX-Detektion), → 25.

4.2 Einschränkungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb

- Es ist auf einen anwendungsgemäßen Einsatz des Messsystems unter Berücksichtigung der Mediumseigenschaften und Umgebungsbedingungen zu achten. Die Hinweise auf kritische Prozesssituationen und Installationsverhältnisse aus den Betriebsanleitungen sind zu beachten. Die anwendungsspezifischen Grenzen sind einzuhalten.
- Die Spezifikationen aus den Betriebsanleitungen dürfen nicht überschritten werden (→ 17).

4.2.1 Dichte Medium

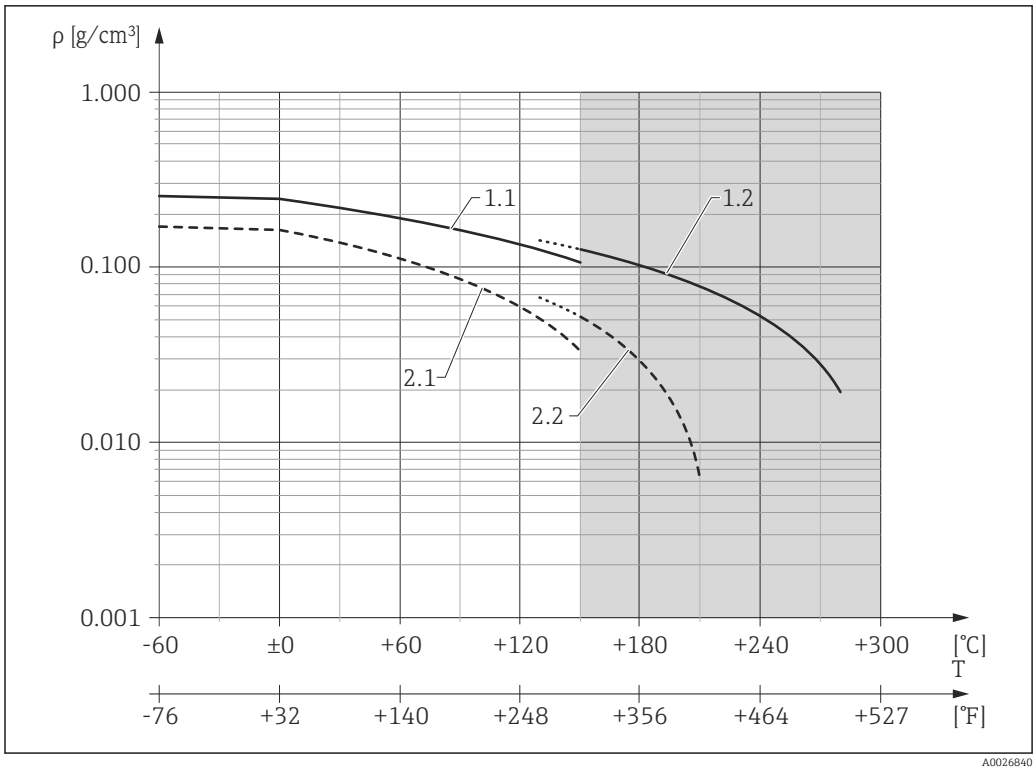
Ein Betrieb ist nur bei Flüssigkeiten zulässig:
- Abhängig von der Parametrierung der Dichteeinstellung muss die Dichte der Flüssigkeit:
  - bei Schalterstellung > 0,7 über 0,7 g/cm³ (übliche Flüssigkeiten auf Wasser- oder Ölbasis) betragen.
  - bei Schalterstellung > 0,5 über 0,5 g/cm³ (z.B. Flüssiggas, Isopentan, Leichtbenzine) betragen.
- Die Gasphase über der Flüssigkeit darf einen maximal zulässigen Dichtewert nicht überschreiten. Die maximal mögliche Gasdichte ist von der Temperatur und vom Gerät abhängig.

VORSICHT

Gasdichte wird überschritten!

Zustand "Frei" wird nicht erkannt und es wird immer "Bedeckt" gemeldet.

▶ Gasdichte darf nicht überschritten werden.



1.1 Liquiphant M; Schalterstellung Dichte 0,7 g/cm³
1.2 Liquiphant S; Schalterstellung Dichte 0,7 g/cm³
2.1 Liquiphant M; Schalterstellung Dichte 0,5 g/cm³
2.2 Liquiphant S; Schalterstellung Dichte 0,5 g/cm³

- Eine Mindestdichte für die Gasphase existiert nicht. Ein Betrieb im Vakuum ist zulässig!
- Eine Höchstdichte für die Flüssigkeit existiert nicht.
- Nähere Angaben zu den Diagnosedeckungsgraden sind der IEC 61508-2:2010 Anhang A.2, Anmerkung 2 und Tabelle A.1 zu entnehmen.

4.2.2 Ansatz (nur für Minimum-Detektion)

Das Gerät darf nur in Medien eingesetzt werden, die nicht zur Ansatzbildung neigen.

Ein Ansatz wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

4.2.3 Festkörper - heterogene Gemische (nur für Minimum-Detektion)

Das Medium darf keine Festkörper mit einem Durchmesser über 5 mm (0,2 in) enthalten. Ein Verklemmen von Festkörpern zwischen den Schwinggabelzinken kann dazu führen, dass die Anforderung der Sicherheitsfunktion nicht erkannt wird und das Gerät nicht bestimmungsgemäß schaltet.

Ein Verklemmen wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

4.2.4 Wasserstoffdiffusion (Nur Liquiphant S - Hochtemperatur)

Bei Gefahr von Wasserstoffdiffusion darf das Gerät bei folgenden gleichzeitig eintreffenden Bedingungen nicht eingesetzt werden. Eindringender Wasserstoff führt dazu, dass der

Sensor so geschädigt wird, dass die Anforderung der Sicherheitsfunktion nicht erkannt wird und das Gerät nicht bestimmungsgemäß schaltet.
- Nicht über +180 °C (+356 °F) und gleichzeitig
- Nicht über 64 bar (928 psi)

Der Fehler wird von der Diagnose nicht erkannt.

4.2.5 Wandabstand

Der Abstand zwischen Schwinggabel des Geräts und der Wand des mediumführenden Behälters (z.B. Tank, Rohr) muss mindestens 10 mm (0,39 in) betragen.

4.2.6 Korrosion

Das Gerät darf nur in Medien eingesetzt werden, gegen die die verwendeten prozessberührenden Teile beständig sind. Korrosion kann dazu führen, dass die Anforderung der Sicherheitsfunktion nicht erkannt wird und das Gerät nicht bestimmungsgemäß schaltet.

Korrosion wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

Wenn beschichtete Sensoren eingesetzt werden, muss sichergestellt werden, dass Einbau und Betrieb ohne Beschädigung erfolgen.

4.2.7 Abrasion

Das Gerät darf nicht in Medien eingesetzt oder gereinigt werden, die abrasiv wirken. Ein Materialabtrag kann dazu führen, dass die Anforderung nicht erkannt wird.

Abrasion wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

4.2.8 Fließgeschwindigkeit

Bei strömenden Medien darf die Fließgeschwindigkeit im Bereich der Schwinggabel max. 5 m/s betragen. Eine stärkere Strömung kann dazu führen, dass die Anforderung nicht erkannt wird und der Sensor frei meldet.

4.2.9 Fremdvibration

In Anlagen mit starker Fremdvibration, z.B. 400 … 1 200 Hz (spektrale Beschleunigungsdichte >1 $(m/s^2)^2/Hz$) oder Ultraschall mit Kavitation, ist die Sicherheitsfunktion vor dem Betrieb durch eine reale Anforderung zu überprüfen. Eine Überlagerung der Frequenz der Schwinggabel mit einer starken Fremdvibration kann dazu führen, dass es sporadisch zu Fehlschaltungen kommt.

4.2.10 EMV-Verträglichkeit

Das Gerät ist gemäß IEC 61326-3-2 geprüft und damit geeignet für sicherheitsbezogene, industrielle Anwendungen in spezifizierter elektromagnetischer Umgebung. Eine Überschreitung der spezifizierten elektromagnetischen Umgebungsbedingungen kann dazu führen, dass der Schaltzustand nicht zuverlässig erkannt wird. Innerhalb dieser Umgebungsbedingungen kann zwischen den Geräten ein ungeschirmtes Kabel mit bis zu 1 000 m (3 281 ft) Länge verwendet werden. Durch Verwendung geschirmter Kabel kann eine weitergehende Verbesserung der EMV-Störfestigkeit erreicht werden.

4.2.11 Montage Liquiphant M FTL51 mit Schiebemuffe

Bei der Montage des Geräts mit Rohrverlängerung in Verbindung mit einer Schiebemuffe ist besondere Sorgfalt notwendig. Der Anwender muss Maßnahmen treffen, die eine Manipulation des Schaltpunktes verhindern oder sicher aufdecken.

5 Einsatz in Schutzeinrichtungen

5.1 Geräteverhalten im Betrieb

5.1.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Das Geräteverhalten beim Einschalten ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben (→ 🗎 17).

5.1.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

Variante I

Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal besteht aus einem Stromsignal entsprechend NAMUR-Schnittstelle nach EN 50227(DIN 19234; NAMUR) bzw. IEC 60947-5-6.
- Im Gut-Zustand beträgt der Strom an der Klemme 2 zwischen 0,6 … 1,0 mA
- Bei Anforderung oder einer erkannten Störung im Gerät erhöht sich dieser Strom auf 2,2 … 2,8 mA
- Bei Kabelbruch oder ähnlichen Störungen beträgt der Strom <0,6 mA
- Bei Kurzschluss oder ähnlichen Störungen beträgt der Strom >2,8 mA

Die IEC 60947-5-6 legt Bereiche fest, in denen die Schaltpunkte liegen dürfen, siehe "Figure 3 - Control input of the switching amplifier" in der Norm. Entsprechend basiert die Berechnung der Sicherheitstechnischen Kenngrößen auf der Voraussetzung, dass die nachgeschaltete Auswertung folgende Ströme erkennt (Nivotester FTL325N erfüllt diese Anforderung):
- < 0,05 mA sicher als Kabelbruch
- > 6,6 mA sicher als Kurzschluss

Variante II bis VI

Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal besteht aus einem Schaltkontakt pro Kanal:
Kanal 1: Klemme 4 und 5

Beim 3-Kanal Nivotester zusätzlich:
- Kanal 2: Klemme 22 und 23
- Kanal 3: Klemme 26 und 27

ℹ Die Schaltkontakte arbeiten in Ruhestromsicherheit, im Gut-Zustand sind sie geschlossen.

Die Schaltkontakte fallen bei folgenden Situationen ab:
- Anforderung
- Einer erkannten Störung
- Ausfall der Versorgungsspannung

5.1.3 Geräteverhalten bei Alarmen und Warnungen

Das Geräteverhalten bei Alarmen und Warnungen ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben (→ 🗎 17).

5.2 Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen

Die Geräteparametrierung darf im laufenden SIL-Betrieb nicht geändert werden.

Empfehlung: Nach der Parametrierung eine Wiederholungsprüfung durchführen, um sicher zustellen, dass die Sicherheitsfunktion korrekt funktioniert.

5.2.1 Parametrierung Liquiphant

⚠ VORSICHT

Zulässige Kontaktwerte der Relais dürfen nicht überschritten werden

- Der Betreiber muss sicherstellen, dass die zulässigen Kontaktwerte der Relais (U ≤ 253 V_{AC} 50/60 Hz, I ≤ 2 A, P ≤ 500 VA bei cos φ ≥ 0,7 bzw. U ≤ 40 V_{DC}, I ≤ 2 A, P ≤ 80 W), durch geeignete Maßnahmen nicht überschritten werden (z.B. Strombegrenzer, Sicherung).

⚠ VORSICHT

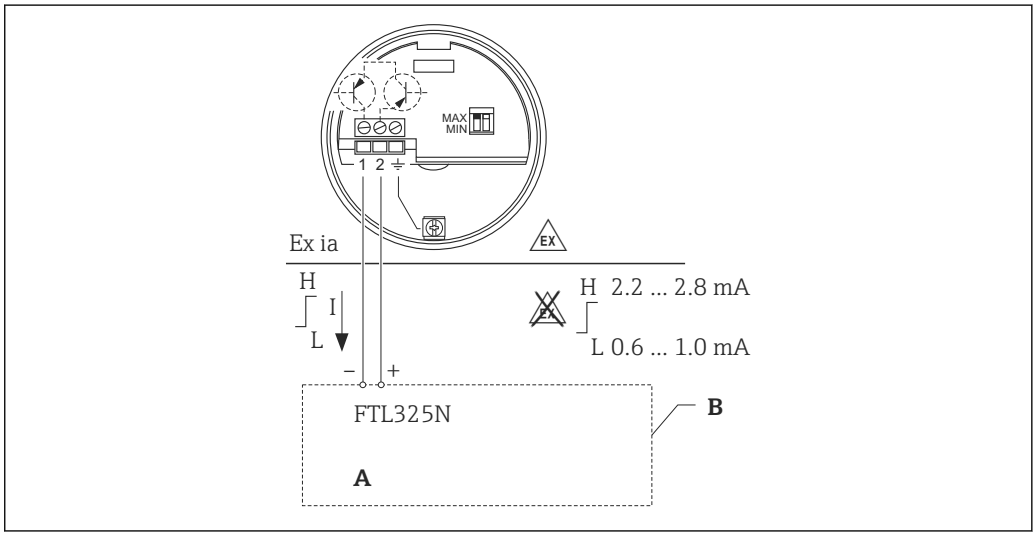
Schutzfunktion kann beeinträchtigt sein

- Nach Inbetriebnahme des Messsystems können Änderungen der Einstellungen die Schutzfunktion beeinträchtigen.

Betriebsart

Betriebsart am linken Schalter einstellen:

Betriebsart	Funktion	Schalterstellung
MAX-Sicherheit	MAX	Oben
MIN-Sicherheit	MIN	Unten

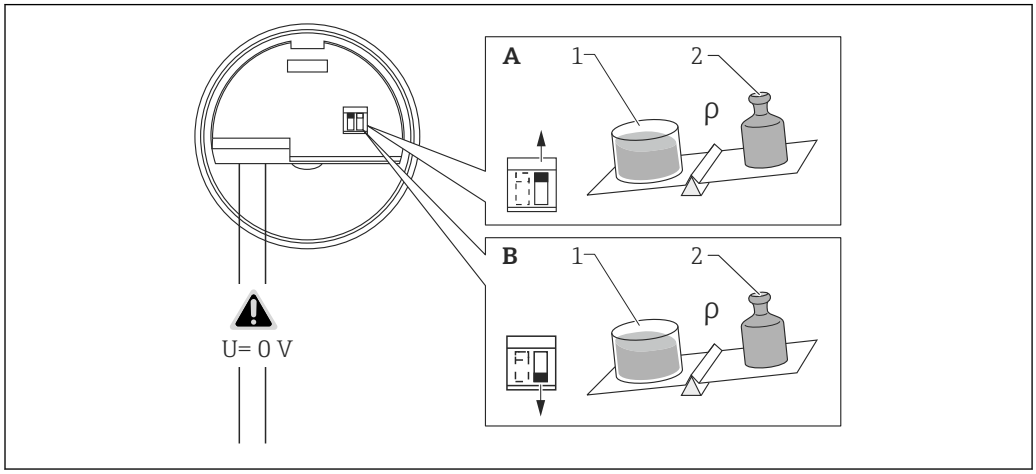


A Multiplexer: Taktzeit >2 s
B Trennverstärker nach NAMUR (IEC 60947-5-6)

Dichte

Dichte am rechten Schalter einstellen:

Dichte Flüssigkeit	Funktion	Schalterstellung	Bemerkung
>0,7 kg/dm³	>0,7	Oben (siehe **A** in folgender Abb.)	Standardeinstellung; Wenn möglich immer verwenden
>0,5 kg/dm³	>0,5	Unten (siehe **B** in folgender Abb.)	Spezialeinstellung; extrem leichte Flüssigkeiten (z.B.: verflüssigtes Erdgas)



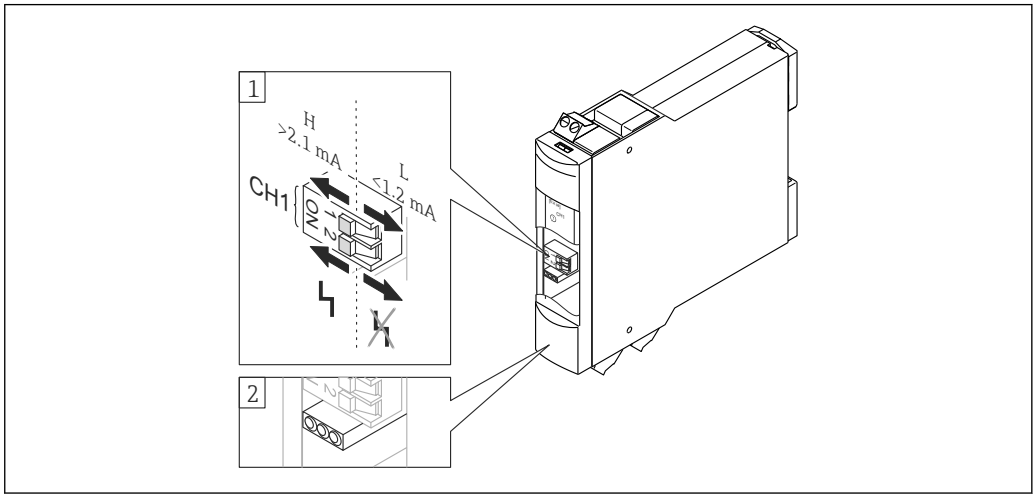
A0026156

A Standardeinstellung (Dichte >0,7 kg/dm³)
A1 1 l (0,264 gal) bzw. 1 dm³ (61,02 in³)
A2 >0,7 kg (1,54 lbs)
B Spezialeinstellung (Dichte >0,5 kg/dm³)
B1 1 l (0,264 gal) bzw. 1 dm³ (61,02 in³)
B2 >0,5 ... 0,7 kg (1,10 ... 1,54 lbs)

5.2.2 Parametrierung Nivotester

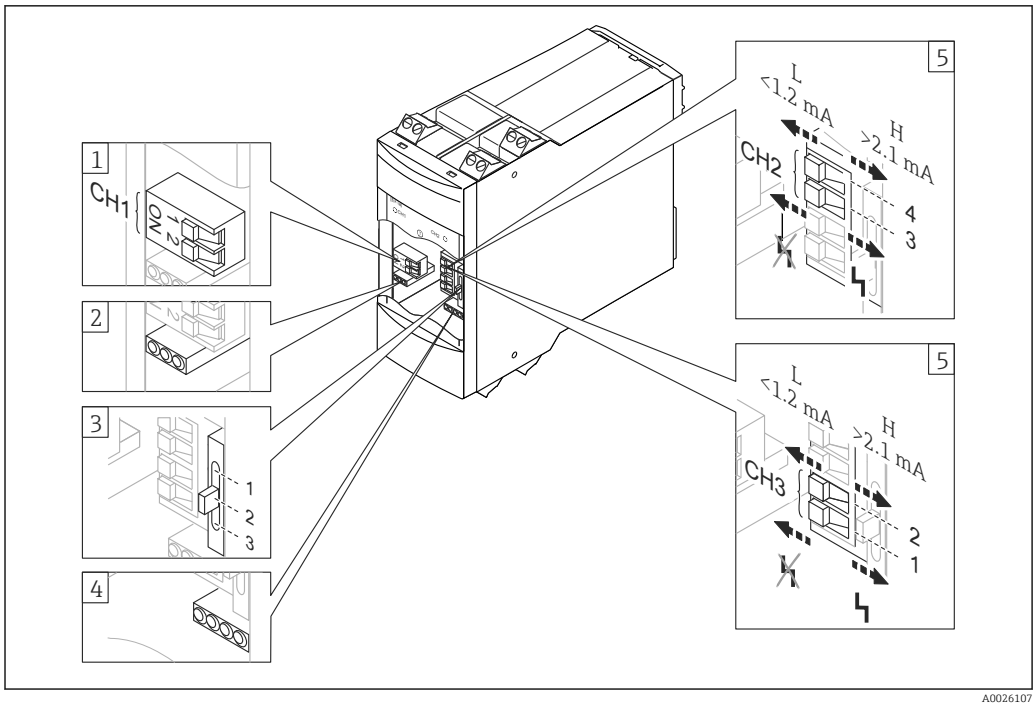
	Schalter						
	Kanal 1	**Störmel-dung**	**Kanal 2 [1)]**	**Störmel-dung**	**Kanal 3 [1)]**	**Störmel-dung**	**MODE [1)]**
Variante	**1**	**2**	**4**	**3**	**2**	**1**	
II	H = High 2,1 … 5,5 mA	Mit	Entfällt				
III		Ohne	H = High 2,1 … 5,5 mA	Mit	H = High 2,1 … 5,5 mA	Mit	2
IV		Mit					2
V							3
VI							1

1) Nur für 3-Kanal Nivotester FTL325N



1 Bedien- und Anzeigeelement 1-Kanal Nivotester FTL325N

1 DIL-Schalter: Fehlerstromsignal 2,1 mA / 1,2 mA (1), Störung Ein/Aus-Stellung (2)
2 Leuchtdioden (LEDs)



2 Bedien- und Anzeigeelement 3-Kanal Nivotester FTL325N

1 *DIL-Schalter für Kanal 1: Fehlerstromsignal 2,1 mA / 1,2 mA (1), Störung Ein/Aus-Stellung (2)*
2 *Leuchtdioden (LEDs)*
3 *Schalter für die Funktionen: Δs, z.B. Pumpensteuerung (1), zwei Füllstandrelais (2), Einzelkanäle (3)*
4 *Leuchtdioden (LEDs)*
5 *DIL-Schalter für Kanal 2 und 3: Störung Ein/Aus-Stellung (1/3), Fehlerstromsignal 2,1 mA / 1,2 mA (2/4)*

5.3 Wiederholungsprüfung

Sicherheitsfunktionen in angemessenen Zeitabständen auf ihre Funktionsfähigkeit und Sicherheit überprüfen! Die Zeitabstände sind vom Betreiber festzulegen.

Hierzu können die entsprechenden Werte und Abbildungen im Kapitel "Weitere sicherheitstechnische Kenngrößen" herangezogen werden, → 📖 6. Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Schutzeinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird.

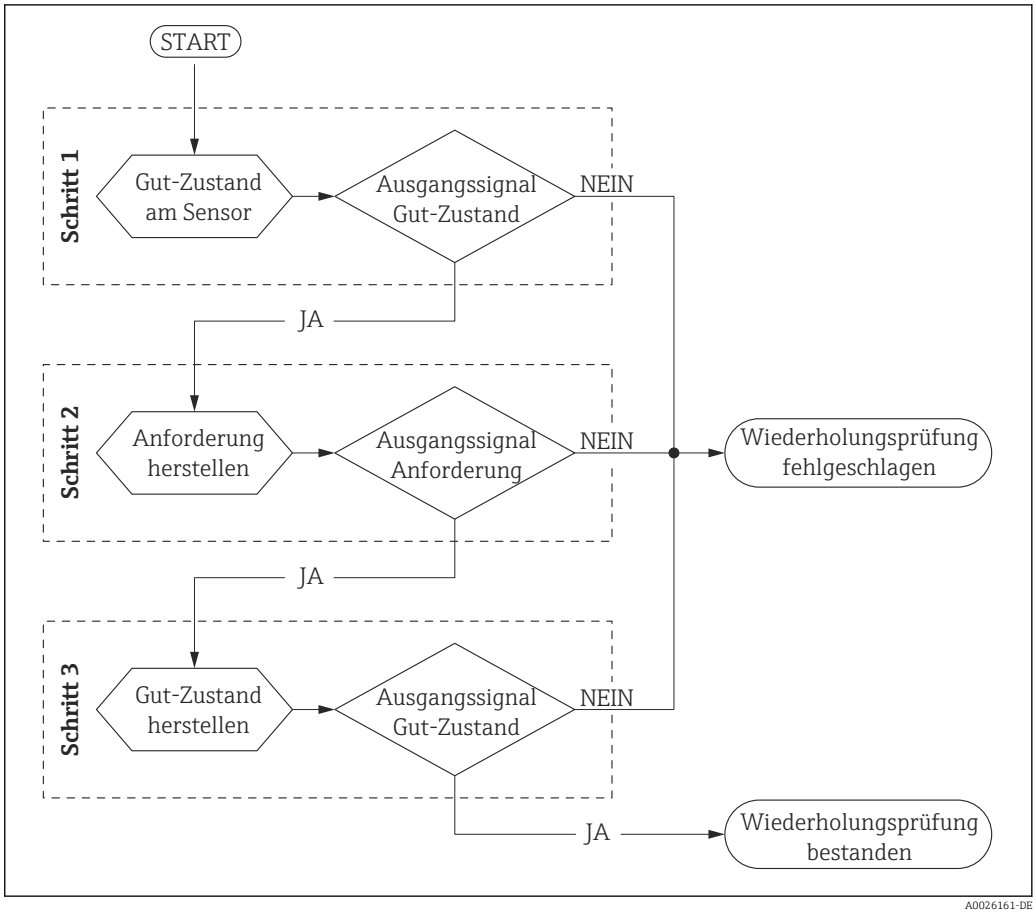
Die Wiederholungsprüfung kann wie folgt durchgeführt werden:
- Prüfablauf A:
  Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität.
- Prüfablauf B:
  Simulation durch Drücken der Prüftaste am Nivotester aktivieren
- Prüfablauf C
  Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen

HINWEIS

Gewährleistung der Dichtfunktion des Geräts!

▶ Zusätzlich ist zu prüfen und sicher zu stellen, dass alle Deckeldichtungen und Kabeleinführungen ihre Dichtfunktion erfüllen.

5.3.1 Ablauf der Wiederholungsprüfung



Eine Anforderung oder eine Störung hat vor der Wiederholungsprüfung und im Sicherheitspfad des Messsystems absoluten Vorrang. Daher muss die Anforderung oder die Störung zuerst beendet bzw. behoben werden. Es wird empfohlen, zusätzlich zu überprüfen, dass das Störmelderelais (Klemme 15 und 16) zu Beginn der Wiederholungsprüfung (Schritt 1) nicht abgefallen ist (es liegt keine Störung vor).

Die Wiederholungsprüfung kann und darf nur durchgeführt werden, wenn sich das Gerät im Gut-Zustand befindet.

Der Status des jeweiligen Ausgangssignals wird durch ein Messgerät oder einer nachgeschalteten Komponente des Sicherheitspfades angezeigt (z.B. SSPS, Aktor). Mehr Informationen, → 📄 44.

Es wird empfohlen, die Schritte der Wiederholungsprüfung zu protokollieren (→ 📄 46).

Variante I	Betriebsart	
	MIN	MAX
Anfahren des Füllstands	Variante I, Prüfablauf A, MIN-Detektion (→ 📄 31)	Variante I, Prüfablauf A, MAX-Detektion (→ 📄 32)
Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität		
Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen	-	Variante I, Prüfablauf C, MAX-Detektion (→ 📄 38)

Variante II bis VI	**Betriebsart**	
	MIN	**MAX**
Anfahren des Füllstands	Variante II bis VI, Prüfablauf A, MIN-Detektion (→ 🗎 33)	Variante II bis VI, Prüfablauf A, MAX-Detektion (→ 🗎 35)
Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität		
Simulation durch Drücken der Prüftaste am Nivotester aktivieren	Variante II bis VI, Prüfablauf B (→ 🗎 37)	
Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen	-	Variante II bis VI, Prüfablauf C, MAX-Detektion (→ 🗎 39)

5.3.2 Variante I, Prüfablauf A, MIN-Detektion

- Anfahren des Füllstands oder
- Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität

Schritt 1

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
   ↳ Ist das mit dem Original-Medium nicht möglich, muss ein Medium mit ähnlicher Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) muss der Strom zwischen 0,6 … 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Austauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) muss der Strom zwischen 2,2 … 2,8 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Gut-Zustand durch vollständig bedeckte Schwinggabel wieder herstellen.
3. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) oder nach der Spannungswiederkehr (plus eine Reaktionszeit von ca. 3 s) muss der Strom zwischen 0,6 … 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.3 Variante I, Prüfablauf A, MAX-Detektion

- Anfahren des Füllstands oder
- Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität

Schritt 1

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
   ↳ Ist das mit dem Original-Medium nicht möglich, muss ein Medium mit ähnlicher Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Der Strom muss zwischen 0,6 … 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) muss der Strom zwischen 2,2 … 2,8 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Gut-Zustand durch vollständig freie Schwinggabel wieder herstellen.
3. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Austauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) oder nach der Spannungswiederkehr (plus eine Reaktionszeit von ca. 3 s) muss der Strom zwischen 0,6 … 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.4 Variante II bis VI, Prüfablauf A, MIN-Detektion

- Anfahren des Füllstands oder
- Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität

Schritt 1

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
   ↳ Ist das mit dem Original-Medium nicht möglich, muss ein Medium mit ähnlicher Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
2. Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geöffnet	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet
22+23	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt
26+27	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geschlossen, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Gut-Zustand durch vollständig bedeckte Schwinggabel wieder herstellen.
3. Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) oder nach der Spannungswiederkehr (plus eine Reaktionszeit von ca. 3 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.5 Variante II bis VI, Prüfablauf A, MAX-Detektion

- Anfahren des Füllstands oder
- Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität

Schritt 1

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
   ↳ Ist das mit dem Original-Medium nicht möglich, muss ein Medium mit ähnlicher Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
2. Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geöffnet	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet
22+23	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt
26+27	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geschlossen, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Gut-Zustand durch vollständig freie Schwinggabel wieder herstellen.
3. Nach dem Austauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) oder nach der Spannungswiederkehr (plus eine Reaktionszeit von ca. 3 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.6 Prüfablauf B

Simulation durch Drücken der Prüftaste am Nivotester aktivieren.

Schritt 1

- Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Prüftaster am Nivotester gedrückt halten.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geöffnet	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet
22+23	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt
26+27	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geschlossen, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Prüftaster am Nivotester loslassen.
2. Nach Loslassen (plus eine Reaktionszeit von ca. 3 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.7 Allgemein, Prüfablauf C

Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen.

HINWEIS

Prüfablauf kann nur durchgeführt werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Unbeschichtete Gabel (FTL50, FTL51, FTL50H oder FTL51H)
- Gabelmaterial: 316L (Bestellmerkmal 020 "Prozessanschluss" muss mit 2 enden)
- Oberfläche Ra < 3,2 µm (126 µin) oder Ra < 1,5 µm (59 µin) (Bestellmerkmal 030 "Sondenlänge; Typ" muss bei FTL50, FTL51 mit A, bei FTL50H, FTL51H mit C enden)

Aufgrund des indirekten Funktionsnachweises kann nicht ausgeschlossen werden, dass ein Liquiphant der gemäß Prüfablauf A "Anfahren des Füllstands oder Ausbauen" gut ist, fälschlicherweise beim Prüfablauf C als "nicht bestanden" bewertet wird.

Vorbereitung

1. Gerät ausbauen und bei Raumtemperatur +24 °C±5 °C (+75 °F±41 °F) lagern.
2. Destilliertes Wasser bei gleicher Temperatur lagern.
3. Einen Zeitpunkt wählen, an dem sich Gerät und Flüssigkeit an die Raumluft angepasst haben

Empfehlung

- Dem destillierten oder deionisiertem Wasser einen Tropfen z.B. Handspülmittel zuführen, um die Wölbung der Wasseroberfläche an Wänden zu reduzieren.
- Das Gefäß für die Prüfung muss mindestens folgende Abmessungen haben: ø50 mm (1,97 in), Höhe 80 mm (3,15 in).
- Die Liquiphant Gabel muss im Bereich des Schaltpunktes gut erkennbar sein (z.B. Gefäß durchsichtig).
- Bei längeren bzw. schwereren Liquiphant: Sensor senkrecht fixieren und Gefäß bewegen.
- Skala an Gerät oder Gefäß anbringen, die die drei Schaltpunkte gut sichtbar darstellt (siehe folgende Tabelle).
- Die Eintauchtiefe wird ab Unterkante Gabel gemessen.
- Variante I: Liquiphant an geeignete Stromquelle anschließen.
- Variante II...VI: Liquphant an Nivotester anschließen. Bei Variante V und VI müssen die Schritte 1 bis 3 für jeden Liquiphant, Kanal und Klemmenpaar getrennt nacheinander durchgeführt werden.

Schritt		Eintauchtiefe	
		Dichtestellung 0,5	Dichtestellung 0,7
1	Eintauchen "frei"	7 ... 8 mm (0,28 ... 0,31 in)	10 ... 11 mm (0,39 ... 0,43 in)
2	Eintauchen "bedeckt"	10,5 ... 11,5 mm (0,41 ... 0,45 in)	13,5 ... 14,5 mm (0,53 ... 0,57 in)
3	Austauchen "frei"	6 ... 7 mm (0,24 ... 0,28 in)	8 ... 9 mm (0,31 ... 0,35 in)

5.3.8 Variante I, Prüfablauf C, MAX-Detektion

Schritt 1

1. Schwinggabel langsam senkrecht in das Wasser eintauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Eintauchen frei".
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Der Strom muss zwischen 0,6 ... 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Schwinggabel weiter langsam senkrecht in das Wasser eintauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Eintauchen bedeckt".
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) muss der Strom zwischen 2,2 … 2,8 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Schwinggabel langsam senkrecht aus dem Wasser austauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Austauchen frei".
2. Strom an Klemme 2 kontrollieren.
   ↳ Nach dem Austauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) muss der Strom zwischen 0,6 … 1,0 mA liegen.

Ist der Strom außerhalb der spezifizierten Toleranz, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

5.3.9 Prüfablauf C, MAX-Detektion

Schritt 1

1. Schwinggabel langsam senkrecht in das Wasser eintauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Eintauchen frei".
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 2

1. Schwinggabel weiter langsam senkrecht in das Wasser eintauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Eintauchen bedeckt".
2. Nach dem Eintauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 1 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geöffnet	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet
22+23	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt
26+27	entfällt	geöffnet	geöffnet	geöffnet	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Schritt 3

1. Schwinggabel langsam senkrecht aus dem Wasser austauchen.
   ↳ Wasseroberfläche liegt innerhalb der Grenzen für "Austauchen frei".
2. Nach dem Austauchen (plus eine Reaktionszeit von ca. 2 s) den Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.

	Variante				
Klemme	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
4+5	geschlossen	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen
22+23	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt
26+27	entfällt	geschlossen	geschlossen	geschlossen	entfällt

Sind ein oder mehrere Sicherheitskontakte geöffnet, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

6 Lebenszyklus

6.1 Anforderungen an das Personal

Das Personal für Installation, Inbetriebnahme, Diagnose, Reparatur und Wartung muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Ausgebildetes Fachpersonal: Verfügt über Qualifikation, die dieser Funktion und Tätigkeit entspricht
- Vom Anlagenbetreiber autorisiert
- Mit den nationalen Vorschriften vertraut
- Vor Arbeitsbeginn: Anweisungen in Anleitung und Zusatzdokumentation sowie Zertifikate (je nach Anwendung) lesen und verstehen
- Anweisungen und Rahmenbedingungen befolgen

Das Bedienpersonal muss folgende Bedingungen erfüllen:
- Entsprechend den Aufgabenanforderungen vom Anlagenbetreiber eingewiesen und autorisiert
- Anweisungen in dieser Anleitung befolgen

6.2 Installation

Die Installation des Geräts ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben (→ 🗎 17).

Da die Anwendungsbedingungen Einfluss auf die Sicherheit der Messung haben, sind die entsprechenden Hinweise in der Technischen Information und Betriebsanleitung zu beachten (→ 🗎 17).

6.3 Bedienung

Verbindlichen Einstellungen und Angaben für die Sicherheitsfunktion (→ 🗎 24).

6.4 Wartung

Hinweise zur Wartung, → 🗎 28.

Während der Parametrierung, Wiederholungsprüfung und den Wartungsarbeiten am Gerät müssen zur Gewährleistung der Prozesssicherheit alternative überwachende Maßnahmen ergriffen werden.

6.5 Reparatur

Reparatur bedeutet 1:1-Austausch von Komponenten. Die Reparatur SIL-bewerteter Geräte darf nur durch Endress+Hauser erfolgen. Erfolgt die Reparatur von anderer Seite können die sicherheitstechnischen Funktionen nicht mehr garantiert werden.

Ausnahme:

Ein Austausch folgender Komponenten darf durch kompetentes Fachpersonal vorgenommen werden, wenn Original-Ersatzteile und die jeweiligen Einbaubedingungen beachtet werden:

Komponente	Einbauanleitung	Geräteprüfung nach Reparatur
Elektronikeinsatz	EA01030F/00	Wiederholungsprüfung, siehe Kapitel "Wiederholungsprüfung" (→ 🗎 28) [1]
Gehäusedeckel T13	▪ EA01049F/00 (Elektronik) ▪ EA01049F/00 (Schauglas) ▪ EA01050F/00 (Anschluss)	

Komponente	Einbauanleitung	Geräteprüfung nach Reparatur
Gehäusedeckel F13	EA01046F/00	
Gehäusedeckel F15	EA01034F/00	
Gehäusedeckel F16	EA01035F/00	
Gehäusedeckel F17	EA01036F/00	
Gehäusedeckel F27	EA01047F/00	
Deckeldichtung F15	KA00620F/00	

1) Weitere länderspezifischen Vorschriften und Prüfungen sind einzuhalten.

Bei Ausfall eines SIL-gekennzeichneten Endress+Hauser-Geräts, das in einer Schutzfunktion betrieben wurde, ist bei der Rücksendung des defekten Geräts die "Erklärung zur Kontamination und Reinigung" mit dem entsprechenden Hinweis "Einsatz als SIL-Gerät in Schutzeinrichtung" beizulegen. Hierfür das Kapitel "Rücksendung" in der entsprechenden Betriebsanleitung beachten → 🗎 17.

6.6 Modifikation

Modifikationen sind Änderungen an bereits ausgelieferten oder installierten SIL-fähigen Geräten.

Üblicherweise werden Modifikationen von SIL-fähigen Geräten im Endress+Hauser Herstellerwerk durchgeführt.

Modifikationen an SIL-fähigen Geräten beim Anwender vor Ort sind nach Freigabe durch das Endress+Hauser Herstellerwerk möglich. In diesem Fall müssen die Modifikationen durch einen Endress+Hauser Servicetechniker durchgeführt und dokumentiert werden.

Modifikationen von SIL-fähigen Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt.

6.7 Außerbetriebnahme

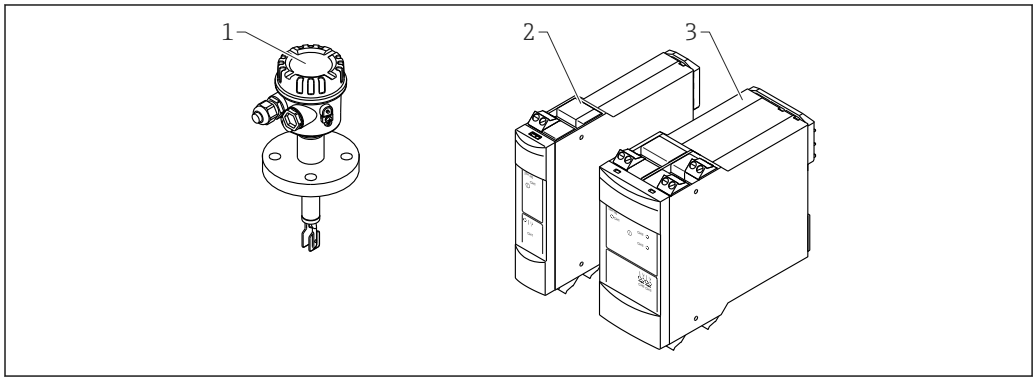
Detaillierte Angaben zur Außerbetriebnahme: entsprechende Betriebsanleitung → 17

7 Anhang

7.1 Aufbau des Messsystems

7.1.1 Systemkomponenten

In der folgenden Abbildung sind die Geräte des Messsystems beispielhaft dargestellt:



1 Liquiphant M/S
2 1-Kanal Nivotester FTL325N
3 3-Kanal Nivotester FTL325N

7.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung

Die Schwinggabel des Sensors schwingt in Eigenresonant. Bei Erhöhung der Dichte verringert sich die Schwingungsfrequenz. Diese Frequenzänderung bewirkt das Umschalten des Stromsignals. Es stehen zwei Betriebsarten zur Auswahl:
- Minimum-Detektion
- Maximum-Detektion

MIN-Detektion

Das Messsystem wird zum Schutz vor zu niedrigem Füllstand eingesetzt (z.B. Trockenlaufschutz von Pumpen, Leerlaufschutz oder Sicherung vor Unterfüllung).

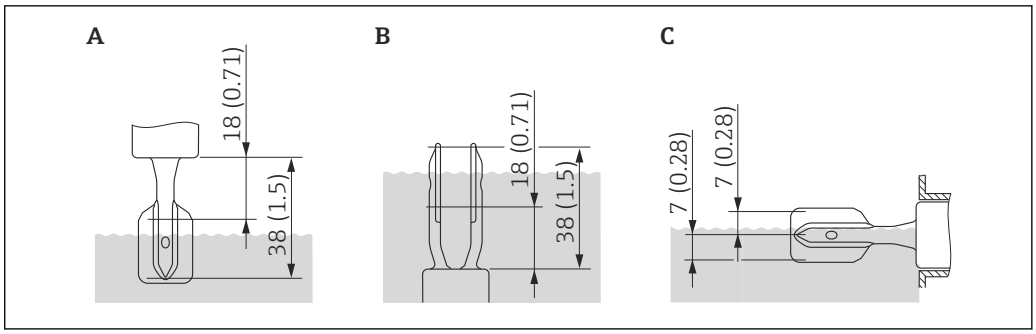
Im normalen Betrieb ist die Schwinggabel von Flüssigkeit bedeckt, das Messsystem meldet den Gut-Zustand. Bei freiem Zustand der Schwinggabel geht das Gerät in den sicheren Zustand und meldet die Anforderung

MAX-Detektion

Das Messsystem wird zum Schutz vor zu hohem Füllstand eingesetzt (z.B. Überfüllsicherung).

Im normalen Betrieb ist die Schwinggabel frei von Flüssigkeit, dass Messsystem meldet den Gut-Zustand. Bei bedecktem Zustand der Schwinggabel geht das Gerät in den sicheren Zustand und meldet die Anforderung.

Der Schaltpunkt ist abhängig vom Einbau. Er liegt im Bereich der Schwinggabel, siehe nachfolgende Zeichnung.



3 Maßeinheit: mm (in)

A Einbau von oben
B Einbau von unten
C Einbau von der Seite

Hinweise zum Schaltpunkt unter Referenzbedingungen können der Technischen Information entnommen werden, → 17.

Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

7.2 Inbetriebnahme- bzw. Proof Test Protokoll

7.2.1 Protokoll für Variante I

Anlagenspezifische Daten				
Firma				
Messstellen /TAG Nr.				
Anlage				
Gerätetyp / Bestellcode				
Seriennr. Liquiphant				
Name				
Datum				
Unterschrift				
Betriebsart, Dichtebereich und Variante (zutreffendes bitte ankreuzen)				
Betriebsart	MIN-Sicherheit			❑
	MAX-Sicherheit			❑
Dichteschalter	Einstellung >0,7			❑
	Einstellung >0,5			❑
Variante	**I**	Ein Liquiphant, kein Nivotester	Elektronikeinsatz FEL56	❑
			Elektronikeinsatz FEL58	❑
Protokoll Inbetriebnahme oder Wiederholungsprüfung				
Prüfablauf	**A**	Anfahren des Füllstands		❑
		Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität		❑
	B	Simulation am Liquiphant durch Drücken des Prüftasters [1]		❑
	C	Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen [2]		❑

		Strom an Klemme 2		
Prüfschritt	**Klemme**	**Sollwert FEL56**	**Sollwert FEL58**	**Istwert**
Schritt 1 (Gut-Zustand)		0,6 … 1,0 mA	2,2 … 3,5 mA	
Schritt 2 (Anforderung)		2,2 … 2,8 mA	A, C: 0,6 … 1,0 mA B: 0 mA	
Schritt 3 (Gut-Zustand)		0,6 … 1,0 mA	2,2 … 3,5 mA	
Fazit		Bestanden ❑		Nicht bestanden ❑

1) Nur für Liquiphant mit Elektronikeinsatz FEL58.
2) Einschränkungen und Eintauchtiefen siehe, → 🗎 38

7.2.2 Protokoll für Variante II...VI

Anlagenspezifische Daten							
Firma							
Messstellen /TAG Nr.							
Anlage							
Gerätetyp / Bestellcode							
Seriennr. Liquiphant(en)							
Seriennr. Nivotester							
Name							
Datum							
Unterschrift							
Betriebsart, Dichtebereich und Variante (zutreffendes bitte ankreuzen)							
Betriebsart	MIN-Sicherheit						❑
	MAX-Sicherheit						❑
Dichteschalter	Einstellung >0,7						❑
	Einstellung >0,5						❑
Variante	**II**	Ein Liquiphant an einem Kanal (1oo1)					❑
	III	Ein Liquiphant (1oo1), Ausgangsrelais CH2 und CH3 in Reihe geschaltet (1oo2)					❑
	IV	Zwei Liquiphant (1oo2), Ausgangsrelais CH1, CH2 und CH3 in Reihe geschaltet (1oo3)					❑
	V	Drei Liquiphant, Auswertung z.B. per SPS (2oo3)					❑
	VI	Drei Liquiphant, 1 x SIL, 2 x Füllstandsregelung (Δs)					❑
Protokoll Inbetriebnahme oder Wiederholungsprüfung							
Prüfablauf	**A**	Anfahren des Füllstands					❑
		Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität					❑
	B	Simulation am Liquiphant durch Drücken des Prüftasters [1]					❑
		Simulation am Nivotester durch Drücken des Prüftasters					❑
	C	Überprüfung des Schaltpunkts unter Referenzbedingungen [2]					❑
		Variante					
Prüfschritt	**Klemme**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**	**Istwert**
Schritt 1	4+5		[3]				
(Gut-Zustand)	22+23	[3]				[4]	
Schalter geschlossen	26+27	[3]				[4]	
Schritt 2	4+5		[3]				
(Anforderung)	22+23	[3]				[4]	
Schalter offen	26+27	[3]				[4]	
Schritt 3	4+5		[3]				
(Gut-Zustand)	22+23	[3]				[4]	
Schalter geschlossen	26+27	[3]				[4]	

Anlagenspezifische Daten		
Fazit	Bestanden ❑	Nicht bestanden ❑

1) Nur für Liquiphant mit Elektronikeinsatz FEL58 + Nivotester FLT325N.
2) Einschränkungen und Eintauchtiefen siehe, → 🗎 38
3) Entfällt, da Kanal nicht genutzt.
4) Nicht SIL-relevant, wird für Füllstandregelung (Δs) genutzt.

7.3 Weiterführende Informationen

Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter:

www.de.endress.com/SIL (deutsch) bzw. www.endress.com/SIL (englisch) und in der Kompetenzbroschüre CP01008Z/11 "Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung".

7.4 Versionshistorie

Version	Änderungen	Gültig für Hardware-Version
SD00168F/00/DE/10.03 (MAX) SD00188F/00/DE/13.13 (MIN)	Erste Version	01.00
SD01521F/00/DE/01.15	▪ Zusammenführen von MIN (SD00188F) und MAX (SD00168F) ▪ Nivotester Update auf IEC 61508-2011	02.00
SD01521F/00/DE/02.16	Neue Konformitätserklärung	02.00
SD01521F/00/DE/04.19	Mitgeltende Dokumente ergänzt: SV01222F, für Technische Sonderprodukte (TSP) mit absetzbarer Elektronik	02.00

71582851

www.addresses.endress.com

Endress+Hauser

People for Process Automation