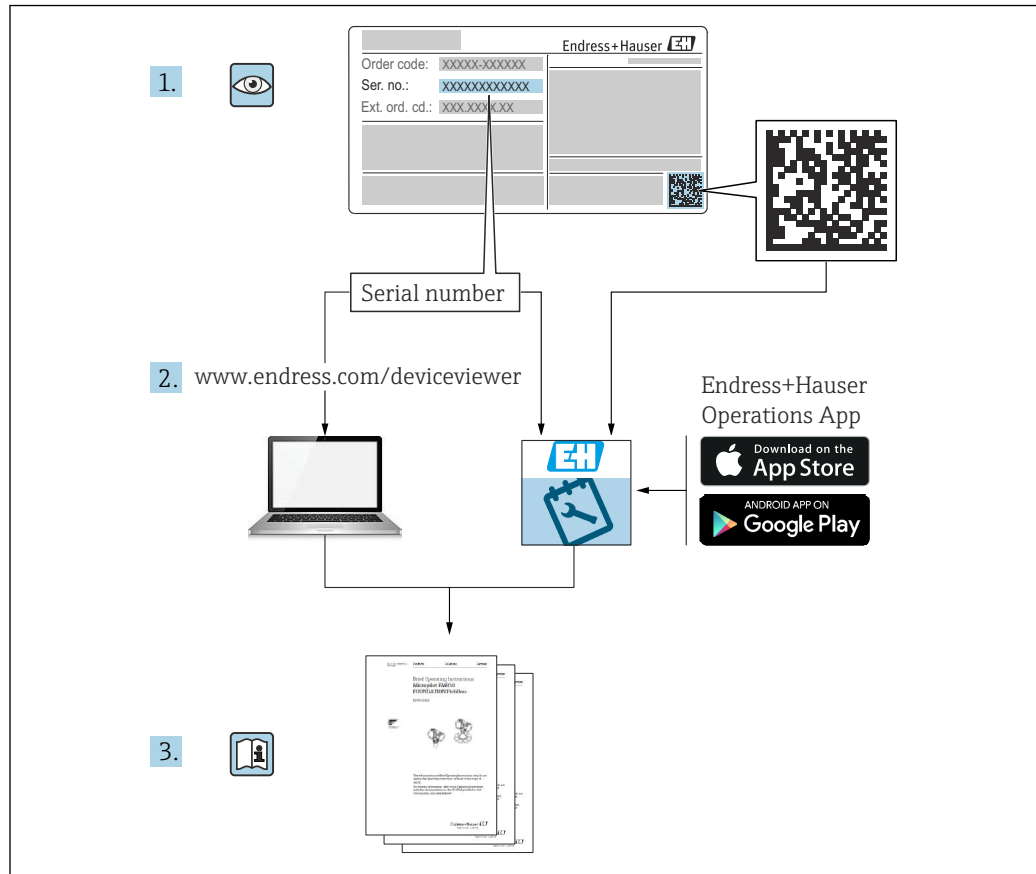


Handbuch Funktionale Sicherheit **Liquiphant FailSafe FTL85 mit Nivotester FailSafe FTL825**

Vibronik





A0023555

Inhaltsverzeichnis

1	Konformitätserklärung	5	5	Betrieb	19
1.1	Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe	5	5.1	Geräteverhalten beim Einschalten	20
1.1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	6	5.1.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)	20
1.2	Liquiphant FailSafe	7	5.1.2	Variante II (nur Liquiphant FailSafe)	21
1.2.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	8	5.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion	21
2	Hinweise zum Dokument	9	5.2.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)	21
2.1	Dokumentfunktion	9	5.2.2	Variante II (nur Liquiphant FailSafe)	22
2.2	Verwendete Symbole	9	5.3	Sichere Zustände	22
2.2.1	Warnhinweissymbole	9	5.3.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)	22
2.2.2	Symbole für Informationstypen und Grafiken	9	5.3.2	Variante II (nur Liquiphant FailSafe)	23
2.3	Mitgeltende Gerätedokumentation	10	5.4	Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen	24
2.3.1	Mitgeltende Dokumente	10	5.4.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)	24
2.3.2	Technische Information (TI)	10	5.4.2	Variante II (nur Liquiphant FailSafe)	25
2.3.3	Betriebsanleitung (BA)	10	5.5	Alarm- und Warnmeldungen	25
2.3.4	Zertifikat	10	5.6	Geräteverhalten bei Verriegelung	25
3	Design	10	5.6.1	Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe	25
3.1	Zulässige Gerätetypen	10	6	Wiederholungsprüfung	26
3.1.1	Bestellmerkmale	11	6.1	Prüfablauf A	27
3.2	Kennzeichnung	12	6.1.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MIN-Detektion	27
3.3	Sicherheitsfunktion	12	6.1.2	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MAX-Detektion	28
3.3.1	Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal	12	6.1.3	Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion	30
3.3.2	Grenzwertüberwachung	12	6.1.4	Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion	31
3.3.3	Sichere Messung	12	6.2	Prüfablauf B	32
3.3.4	Redundanter Verschaltung mehrerer Sensoren	13	6.2.1	Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)	32
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb	13	6.2.2	Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion	33
3.4.1	Sicherheitstechnische Fehler gemäß IEC / EN 61508	13	6.2.3	Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion	34
3.4.2	Sicherheitsmessabweichung	14	6.3	Zusätzliche Prüfmöglichkeiten der nicht SIL bewerteten Funktion	35
3.4.3	Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz	14	6.3.1	Liquiphant FailSafe	35
3.5	Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung	18	6.3.2	Nivotester FailSafe	35
3.6	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile	18	6.4	Prüfkriterium	35
4	Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)	18	7	Reparatur und Fehlerbehandlung	36
4.1	Anforderungen an das Personal	18	7.1	Wartung	36
4.2	Installation	18	7.2	Reparatur	36
4.3	Inbetriebnahme	18	7.3	Modifikation	36
4.4	Bedienung	18	7.4	Außerbetriebnahme	37
4.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen	19	7.5	Entsorgung	37
4.5.1	Methoden der Parametrierung	19			

8	Anhang	37
8.1	Aufbau des Messsystems	37
8.1.1	Systemkomponenten	37
8.1.2	Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung	38
8.1.3	Einbaubedingungen	38
8.1.4	Messfunktion	38
8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederho- lungsprüfung	39
8.2.1	Prüfprotokoll - Seite 1 -	40
8.2.2	Prüfprotokoll - Seite 2 -	41
8.3	Versionshistorie	42

1 Konformitätserklärung

1.1 Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe

SIL_00494_01.22

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 FailSafe FTL8x (FTL825)

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, May 2, 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

A0049154

1.1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00494_01.22

Endress+Hauser 

People for Process Automation

General			
Device designation and permissible types ¹⁾	Liquiphant FailSafe FTL8x ** S * * * A,B,C,D,N,P,T * A,N,P,Q,R,T ** *** (FTL825) x = 0, 1, 5		
Safety-related output signal	Relay		
Fault signal	Safety contacts open, signaling contact closed		
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	as of 01.00.ww (ww: any double number)		
Valid software version	01.00.zz (zz: any double number)		
Safety manual	FY01077F / FY01078F / FY01079F		
Type of evaluation (check only <u>one</u> 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 software		
Evaluation through – report/certificate no.	TÜV Rheinland 968/EL 676		
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
$\lambda_{DU}^{2),3)}$	5 FIT	5 FIT	/
$\lambda_{DD}^{2),3)}$	120 FIT	120 FIT	/
$\lambda_{SU}^{2),3)}$	105 FIT	105 FIT	/
$\lambda_{SD}^{2),3)}$	1280 FIT	1280 FIT	/
SFF	99,7%	99,7%	/
PFD _{avg} (T ₁ = 1 year) ³⁾ (single channel architecture)	$2.08 \cdot 10^{-5}$	$2.08 \cdot 10^{-5}$	/
PFH	$4.74 \cdot 10^{-9}$ 1/h	$4.74 \cdot 10^{-9}$ 1/h	/
PTC ⁴⁾ A / B	90% / 34%	90% / 34%	/
$\lambda_{total}^{2),3)}$	1510 FIT	1510 FIT	/
Diagnostic test interval ⁵⁾	≤ 60 s / ≤ 30 min	≤ 60 s / ≤ 30 min	/
Fault reaction time ⁶⁾	≤ 2.5s	≤ 2.5s	/
Comments			
Max. demand rate 1 per week			
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 system²⁾ FIT = Failure In Time, number of failures per 10⁹ h³⁾ 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 Coverage⁵⁾ All diagnostic functions are performed at least once within the diagnostic test interval⁶⁾ Maximum time between error recognition and error response

1.2 Liquiphant FailSafe

SIL_00495_01.22

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

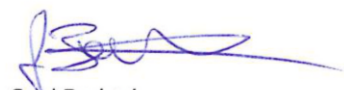
Liquiphant FailSafe FTL8x

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, May 2, 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

1.2.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00495_01.22

Endress+Hauser 

People for Process Automation

General			
Device designation and permissible types ¹⁾	Liquiphant FailSafe FTL8x ** S * * * A,B,C,D,N,P,T * A,N,P,Q,R,T ** *** x = 0, 1, 5		
Safety-related output signal	4... 20 mA		
Fault signal	≤ 3.6 mA ; ≥ 21 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	as of 01.00.ww (ww: any double number)		
Valid software version	01.00.zz (zz: any double number)		
Safety manual	FY01077F / FY01078F / FY01079F		
Type of evaluation (check only <u>one</u> 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 software	
Evaluation through – report/certificate no.	TÜV Rheinland 968/EL 676		
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
$\lambda_{DU}^{2),3)}$	3 FIT	3 FIT	/
$\lambda_{DD}^{2),3)}$	63 FIT	63 FIT	/
$\lambda_{SU}^{2),3)}$	19 FIT	19 FIT	/
$\lambda_{SD}^{2),3)}$	782 FIT	782 FIT	/
SFF	99.6%	99.6%	/
PFD _{avg} (T ₁ = 1 year) ³⁾ (single channel architecture)	$1.39 \cdot 10^{-5}$	$1.39 \cdot 10^{-5}$	/
PFH	$3.17 \cdot 10^{-9}$ 1/h	$3.17 \cdot 10^{-9}$ 1/h	/
PTC ⁴⁾ A B	90% 4%	90% 4%	/
$\lambda_{total}^{2),3)}$	867 FIT	867 FIT	/
Diagnostic test interval ⁵⁾	≤ 60 s / ≤ 30 min	≤ 60 s / ≤ 30 min	/
Fault reaction time ⁶⁾	≤ 2.5s	≤ 2.5s	/
Comments			
ISO 13849-1: demande rate ≤ 1/(100 · diagnostic test interval)			
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 system²⁾ FIT = Failure In Time, number of failures per 10⁹ h³⁾ 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 Coverage⁵⁾ All diagnostic functions are performed at least once within the diagnostic test interval⁶⁾ Maximum time between error recognition and error response

2 Hinweise zum Dokument

2.1 Dokumentfunktion

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



Allgemeine Informationen über Funktionale Sicherheit (SIL) sind erhältlich unter:
www.endress.com/SIL

2.2 Verwendete Symbole

2.2.1 Warnhinweissymbole



Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen wird.



Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu Tod oder schwerer Körperverletzung führen kann.



Dieser Hinweis macht auf eine gefährliche Situation aufmerksam, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu leichter oder mittelschwerer Körperverletzung führen kann.



Dieser Hinweis enthält Informationen zu Vorgehensweisen und weiterführenden Sachverhalten, die keine Körperverletzung nach sich ziehen.

2.2.2 Symbole für Informationstypen und Grafiken



Tipp

Kennzeichnet zusätzliche Informationen



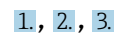
Verweis auf Dokumentation



Verweis auf Abbildung



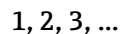
Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt



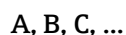
Handlungsschritte



Ergebnis eines Handlungsschritts



Positionsnummern



Ansichten

2.3 Mitgeltende Gerätedokumentation

-  Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:
- *Device Viewer* (www.endress.com/deviceviewer): Seriennummer vom Typenschild eingeben
 - *Endress+Hauser Operations App*: Seriennummer vom Typenschild eingeben oder Matrixcode auf dem Typenschild einscannen

Im Download-Bereich der Endress+Hauser Internetseite (www.endress.com/downloads) sind folgende Dokumenttypen verfügbar:

2.3.1 Mitgeltende Dokumente

Liquiphant FailSafe

- TI01026F
- BA01037F

Nivotester FailSafe

- TI01027F
- BA01038F

2.3.2 Technische Information (TI)

Planungshilfe

Das Dokument liefert alle technischen Daten zum Gerät und gibt einen Überblick, was rund um das Gerät bestellt werden kann.

2.3.3 Betriebsanleitung (BA)

Ihr Nachschlagewerk

Die Anleitung liefert alle Informationen, die in den verschiedenen Phasen des Lebenszyklus vom Gerät benötigt werden: Von der Produktidentifizierung, Warenannahme und Lagerung über Montage, Anschluss, Bedienungsgrundlagen und Inbetriebnahme bis hin zur Störungsbeseitigung, Wartung und Entsorgung.

2.3.4 Zertifikat

Das zugehörige Zertifikat ist im Endress+Hauser W@M Device Viewer ( Kapitel 2.3) zur Verfügung gestellt bzw. ist der Konformitätserklärung ( Kapitel 1) des gültigen Handbuch Funktionale Sicherheit zu entnehmen. Dieses Zertifikat muss zum Zeitpunkt der Lieferung des Gerätes gültig sein.

3 Design

3.1 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 Sicherheitsfunktionen einsetzbar.

Bei Geräteänderungen wird ein zu IEC 61508:2010 konformer Modifikationsprozess angewendet.

-  Eventuelle Ausschlüsse von Merkmalskombinationen sind im Endress+Hauser Bestellsystem hinterlegt.

Gültige Geräteausprägungen für sicherheitsbezogenen Einsatz:

3.1.1 Bestellmerkmale

Liquiphant

Merkmal: 010 "Zulassung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 020 "Elektronik; Ausgang"

Ausprägung:

S: FEL85; 2-Leiter 4-20 mA

Merkmal: 030 "Anzeige; Bedienung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 040 "Gehäuse"

Ausprägung: alle

Merkmal: 050 "Elektrischer Anschluss"

Ausprägung: alle

Merkmal: 060 "Anwendung"

Ausprägung:

■ N: ECTFE, Prozess max. 120 °C (248 °F), 40 bar (580 psi)

■ P: PFA, Prozess max. 150 °C (302 °F), 40 bar (580 psi)

■ T: Email, Prozess max. 150 °C (302 °F), 25 bar (362 psi)

Merkmal: 070 "Sensorwerkstoff"

Ausprägung: alle

Merkmal: 080 "Oberflächenveredelung"

Ausprägung:

■ N: Beschichtung ECTFE

■ P: Beschichtung PFA (Edlon)

■ Q: Beschichtung PFA (RubyRed)

■ R: Beschichtung PFA (leitfähig)

■ T: Beschichtung Email

Merkmal: 090 "Sensortyp"

Ausprägung: alle

Merkmal: 100 "Prozessanschluss"

Ausprägung: alle

Merkmal: ab 500 "optionale Spezifikationen"

Ausprägung: alle

Gültige Versionen

■ Firmware: ab 01.00.zz (→ Gerätetypenschild)

■ Hardware (Elektronik): ab 01.00.ww (→ Gerätetypenschild)

Nivotester FailSafe

Merkmal: 010 "Zulassung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 020 "Gehäuse"

Ausprägung: alle

Merkmal: 030 "Hilfsenergie"

Ausprägung: alle

Merkmal: 040 "Schaltausgang"

Ausprägung: alle

Merkmal: ab 500 "optionale Spezifikationen"

Ausprägung: alle

Gültige Versionen

- Firmware: ab 01.00.zz (→ Gerätetypenschild)
- Hardware (Elektronik): ab 01.00.ww (→ Gerätetypenschild)

3.2 Kennzeichnung

SIL-zertifizierte Geräte sind auf dem Typenschild mit dem SIL-Logo  gekennzeichnet.

3.3 Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktion des Geräts sind:

- Maximum-Füllstandüberwachung (Überfüllsicherung, MAX-Detektion)
- Minimum-Füllstandüberwachung (Trockenlaufschutz, MIN-Detektion)

3.3.1 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

- Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal besteht aus zwei Sicherheitskontakten:

"Sicherheitskontakt 1: Klemme Nr. 13 und 14",

"Sicherheitskontakt 2: Klemme Nr. 23 und 24".

Sie sind im Gut-Zustand geschlossen und öffnen bei Anforderung oder einer erkannten Störung. Abhängig von der Parametrierung (Verriegelung/automatischer Wiederanlauf) des Nivotesters schließen sich die Sicherheitskontakte bei erneutem Erreichen des Gut-Zustandes entweder automatisch oder erst nach Quittierung der Anforderung/Störung durch den Bediener.

- Variante II (Liquiphant)

Das sicherheitsbezogene Signal ist das analoge Ausgangssignal 4 ... 20 mA

HINWEIS**Im Fehlerfall**

- Sicherstellen, dass die zu überwachende Anlage in einem sicheren Zustand bleibt oder in einen sicheren Zustand gebracht werden kann.

3.3.2 Grenzwertüberwachung

Betriebsart MIN

- Schwinggabel bedeckt: Meldung Gut-Zustand inkl. LIVE-Signal ¹⁾, 18,5 mA ²⁾
- Schwinggabel frei: Meldung Anforderung, 9 mA ¹⁾
- Störung: Meldung Alarm, < 3,6 mA
- Kurzschluss: Meldung Alarm, > 21 mA

Betriebsart MAX

- Schwinggabel bedeckt: Meldung Anforderung, 6 mA ²⁾
- Schwinggabel frei: Meldung Gut-Zustand inkl. LIVE-Signal ¹⁾, 13,5 mA ²⁾
- Störung: Meldung Alarm, < 3,6 mA
- Kurzschluss: Meldung Alarm, > 21 mA

3.3.3 Sichere Messung

Die Sicherheitsfunktion des Transmitters besteht in der Ausgabe eines dem Grenzstand entsprechenden Stroms am Ausgang. Dabei entspricht der Strom dem Gerätezustand. Es wird unterschieden zwischen „Gut“ (MAX: Überfüllsicherung unbedeckt oder MIN: Tro-

1) LIVE-Signal: Dem Strom wird im Gut-Zustand ein Rechtecksignal von 0,25 Hz und $\pm 0,5$ mA Amplitude aufmoduliert.

2) Bei einer Anwendung in SIL1 oder SIL2 ist es ausreichend die Stromschwelle auf 12 mA zu programmieren. (<12 mA: Anforderung; >12 mA: Gut-Zustand.

ckenlaufschutz bedeckt) und Anforderung (MAX: Überfüllsicherung bedeckt oder MIN: Trockenlaufschutz unbedeckt).

3.3.4 Redundanter Verschaltung mehrerer Sensoren

Dieser Abschnitt gibt zusätzliche Hinweise bei der Verwendung von homogen redundanten Sensoren, z.B. in einer Auswahlerschaltung 1oo2 oder 2oo3. Die Ausfallraten für HFT = 1 basierend auf einer Betrachtung gemäß:

IEC 61508-6: 2010, Anhang D.4: "Using the β -factor to calculate the probability of failure in an E/E/PE safety-related system due to common cause failures.

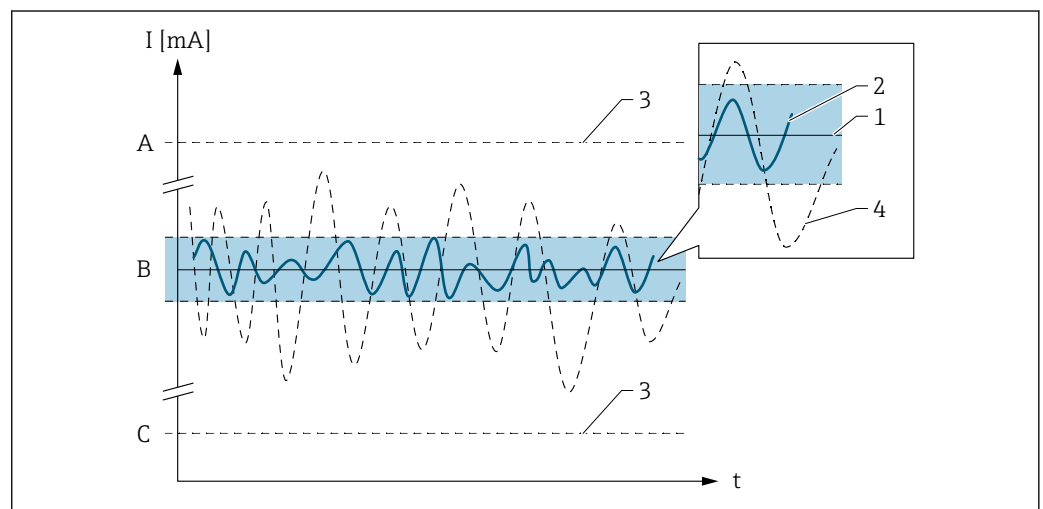
i Das Gerät erfüllt die Anforderungen für SIL 3 in homogen redundantem Einsatz. Folgende Common Cause Faktoren β und β_D können bei der Auslegung verwendet werden.

Mindestwert β bei homogen redundantem Einsatz	5 %
Mindestwert β_D bei homogen redundantem Einsatz	5 %

3.4 Randbedingungen 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 und Technischen Informationen dürfen nicht überschritten werden.

3.4.1 Sicherheitstechnische Fehler gemäß IEC / EN 61508



- A HI-Alarm $\geq 21 \text{ mA}$
 B SIL-Fehlerband $\pm 2\%$
 C LO-Alarm $\leq 3,6 \text{ mA}$

Kein Gerätefehler

- Kein Ausfall vorhanden
- Auswirkungen auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
Keine (1) und die Messunsicherheit bewegt sich innerhalb der Spezifikation (TI, BA)

λ_S (Safe)

- Sicherer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
Aktueller Messwert wird ausgegeben (2) oder geht in den sicheren Zustand (3) und die Messunsicherheit bewegt sich innerhalb der festgelegten Sicherheitsmessabweichungen (siehe Kapitel 3.4.2)

 λ_{DD} (Dangerous detected)

- Gefährlicher, aber erkennbarer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
Führt zu einem Fehlerverhalten am Ausgangssignal (3) und die Messunsicherheit kann die festgelegte Sicherheitsmessabweichung (siehe Kapitel 3.4.2) überschreiten.

 λ_{DU} (Dangerous undetected)

- Gefährlicher und nicht erkennbarer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
Aktueller Messwert wird ausgegeben (4) und die Messunsicherheit kann die festgelegte Sicherheitsmessabweichung (siehe Kapitel 3.4.2) überschreiten.

3.4.2 Sicherheitsmessabweichung

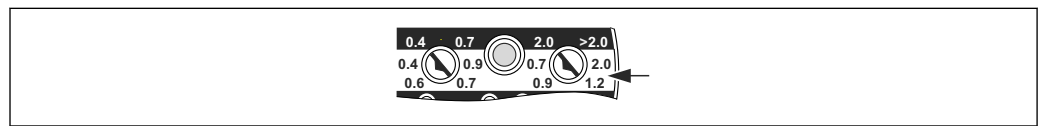
Das Gerät ist gemäß IEC 61326-3-2 geprüft und damit geeignet für allgemeine industrielle, sicherheitsbezogene Anwendungen. Ein Überschreiten der spezifizierten elektromagnetischen Umgebungsbedingungen kann dazu führen, dass der Schaltzustand nicht zuverlässig erkannt wird. Innerhalb dieser Umgebungsbedingungen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

3.4.3 Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz**Dichte**

Ein Betrieb ist nur bei Flüssigkeiten zulässig:

- die eine Dichte innerhalb des zulässigen Dichtebereichs aufweisen
- bei der die Gasphase über der Flüssigkeit den maximal zulässigen Dichtewert nicht überschreitet.

Die möglichen Dichtebereiche sind von der gewählten Betriebsart abhängig.



A0021084

1 Betriebsart MIN (weißer Bereich)

Dichtebereich 1

- Dichte ρ_{LOW} : 0,4 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : 0,7 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: Flüssiggas

Dichtebereich 2

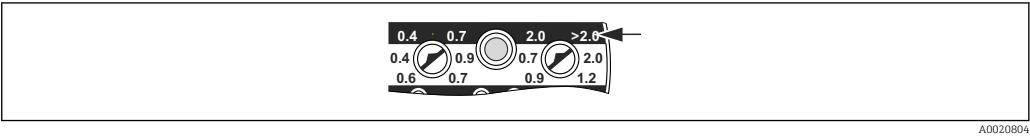
- Dichte ρ_{LOW} : 0,6 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : 0,9 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: z.B. Alkohol

Dichtebereich 3

- Dichte ρ_{LOW} : 0,7 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : 1,2 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: z.B. wässrige Lösungen

Dichtebereich 4

- Dichte ρ_{LOW} : 0,9 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : 2,0 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: z.B. Säure



2 Betriebsart MAX (schwarzer Bereich)

Dichtebereich 1

- Dichte ρ_{LOW} : 0,4 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : 2,0 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: Flüssiggas

Dichtebereich 2

- Dichte ρ_{LOW} : 0,7 g/cm³
- Dichte ρ_{High} : >2,0 g/cm³
- Art der Flüssigkeit: andere Flüssigkeiten

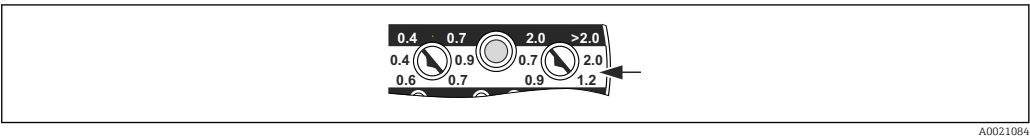
Unabhängig von der gewählten Betriebsart (MIN-/MAX-Detektion) ist der zulässige Dichtebereich der Gasphase über der Flüssigkeit von der Temperatur des Prozesses und dem gewählten Dichtebereich abhängig. Für die korrekte Funktion des Liquiphant FailSafe ist ein hinreichender Unterschied zwischen den Dichten der Gasphase und der Flüssigkeit notwendig.

Prozesstemperatur	Gasphase maximal mit Dichtebereich			Merkmal 060 Ausprägung
	1	2, 3	4	
-30 °C (-22 °F)	0,13 g/cm ³	0,22 g/cm ³	0,28 g/cm ³	alle
0 °C (+32 °F)	0,11 g/cm ³	0,20 g/cm ³	0,26 g/cm ³	alle
+20 °C (+68 °F)	0,10 g/cm ³	0,19 g/cm ³	0,25 g/cm ³	alle
+40 °C (+104 °F)	0,09 g/cm ³	0,18 g/cm ³	0,24 g/cm ³	alle
+60 °C (+140 °F)	0,08 g/cm ³	0,17 g/cm ³	0,22 g/cm ³	alle
+90 °C (+194 °F)	nicht anwendbar	0,15 g/cm ³	0,20 g/cm ³	alle
+120 °C (+248 °F)	nicht anwendbar	0,13 g/cm ³	0,18 g/cm ³	alle
+150 °C (+302 °F)	nicht anwendbar	0,11 g/cm ³	0,16 g/cm ³	alle

 Eine Mindestdichte für die Gasphase existiert nicht. Ein Betrieb im Vakuum ist zulässig!

Prozesstemperatur

Der Temperaturbereich, in dem ein sicherheitsbezogener Betrieb zulässig ist, ist abhängig vom gewählten Dichtebereich:



3 Betriebsart MIN (weißer Bereich)

Dichtebereich 1

- Dichte ρ_{LOW} : 0,4 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : 0,7 g/cm³
- Temperaturbereich: -30 ... +60 °C (-22 ... +140 °F)

Dichtebereich 2

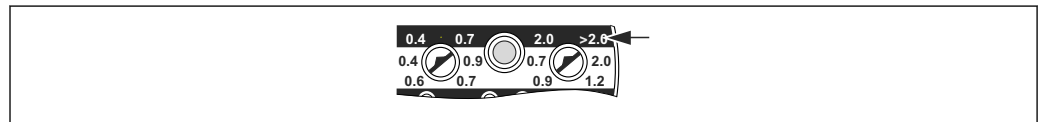
- Dichte ρ_{LOW} : 0,6 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : 0,9 g/cm³
- Temperaturbereich: gemäß Merkmal 060

Dichtebereich 3

- Dichte ρ_{LOW} : 0,7 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : 1,2 g/cm³
- Temperaturbereich: gemäß Merkmal 060

Dichtebereich 4

- Dichte ρ_{LOW} : 0,9 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : 2,0 g/cm³
- Temperaturbereich: gemäß Merkmal 060



A0020804

4 Betriebsart MAX (schwarzer Bereich)

Dichtebereich 1

- Dichte ρ_{LOW} : 0,4 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : 2,0 g/cm³
- Temperaturbereich: -30 ... +60 °C (-22 ... +140 °F)

Dichtebereich 2

- Dichte ρ_{LOW} : 0,7 g/cm³
- Dichte ρ_{HIGH} : >2,0 g/cm³
- Temperaturbereich: gemäß Merkmal 060

Viskosität*MIN-Detektion*

Die maximal zulässige Viskosität des Mediums ist abhängig von der Geräteausprägung:

Maximal zulässige Viskosität: 100 mPa·s

Merkmal 060; Ausprägung N, P, T

i Eine höhere Viskosität kann dazu führen, dass die Schwinggabel nicht mehr schwingt und das Messsystem eine Störung meldet.

Die Störung wird mit hohem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

MAX-Detektion

Die Viskosität des Mediums darf nicht über 10 000 mPa·s betragen. Das Gerät meldet den Übergang "Bedeckt" zu "Frei" erst wenn genügend anhaftendes Medium abgeflossen ist. Ein höher viskoses Medium kann somit zu einer Überschreitung der Schaltzeit führen.

Ansatz: nur MIN-Detektion

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

i Ein Ansatz wird mit geringem bis mittlerem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

Festkörper (heterogene Gemische): nur MIN-Detektion

Das Medium darf keine Festkörper mit 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 mittlerem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

Wandabstand

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

Korrosion

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



- Betriebsart MIN-Detektion: Korrosion wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.
- Betriebsart MAX-Detektion: Korrosion wird mit mittlerem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

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

Beschichtung:

- ECTFE: Merkmal 080, Ausprägung N
- PFA (Edlon) : Merkmal 080, Ausprägung P
- PFA (RubyRed): Merkmal 080, Ausprägung Q
- PFA (leitfähig): Merkmal 080, Ausprägung R
- Email: Merkmal 080, Ausprägung T

Abrasion

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



- Betriebsart MIN-Detektion: Abrasion wird mit geringem Diagnosedeckungsgrad erkannt.
- Betriebsart MAX-Detektion: Abrasion wird mit geringem bis mittlerem Diagnosedeckungsgrad erkannt.

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.

Fremdvibration

In Anlagen mit starker Fremdvibration, z.B. 400 ... 1 200 Hz (spektrale Beschleunigungsdichte $>1 \text{ (m/s}^2\text{)}^2\text{/Hz}$) 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.

3.5 Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung

Als gefährlicher unerkannter Fehler wird ein falsches Ausgangssignal betrachtet, bei dem eine Anforderung als Gut-Zustand gemeldet wird.

3.6 Gebrauchsdauer elektrischer 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 Gebrauchsdauern zu erreichen.

4 Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)

4.1 Anforderungen an das Personal

Das Personal für Installation, Inbetriebnahme, Diagnose 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.

4.2 Installation

Die Montage und Verdrahtung des Geräts sowie die zulässigen Einbaulagen sind in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.



Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

4.3 Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme des Geräts ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

Vor dem Betrieb in einer Sicherheitseinrichtung ist eine Verifizierung durch einen Prüfablauf wie im **Kapitel 6 Wiederholungsprüfung** beschrieben durchzuführen.

4.4 Bedienung

Die Bedienung des Gerätes ist in der zugehörigen Betriebsanleitung beschrieben.

4.5 Geräteparametrierung für sicherheitsbezogene Anwendungen

4.5.1 Methoden der Parametrierung

Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Der Nivotester FailSafe kann so parametrierung werden, dass er nach einem Systemstart, einer Anforderung oder einer Störung in diesem Zustand bleibt, auch wenn der Gut-Zustand erreicht wird (Verriegelung). Er kehrt dann erst wieder in den Gut-Zustand zurück, wenn der Benutzer die Meldung quittiert, in dem er die Klemmen 50 (COM) und 51 (Wiederanlauf) kurzschließt.

Die Parametrierung erfolgt über den Hakenschalter hinter der Frontklappe des Nivotesters FailSafe.

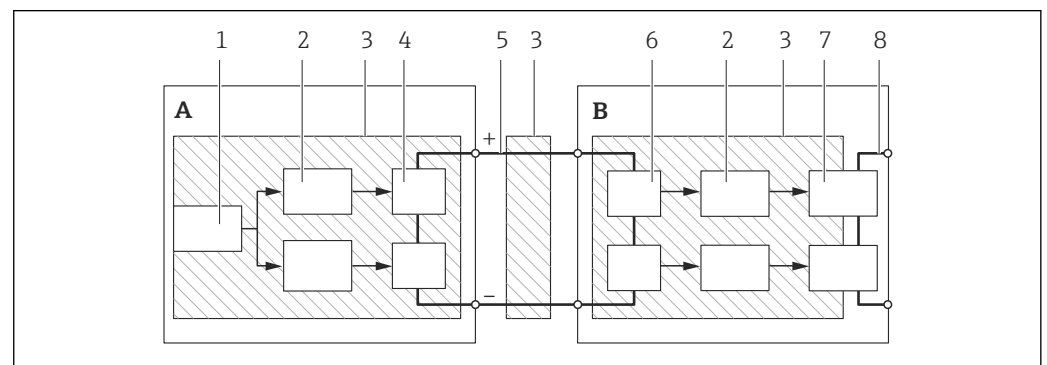
Parametrierung

- Verriegelt (Anforderung oder Störung selbsthaltend): Hakenschalter "offen"
- Automatischer Wiederanlauf (in den Gut-Zustand): Hakenschalter "geschlossen"

i Wenn weder Anforderung noch Alarm vorliegen und die Klemmen 50 und 51 gebrückt werden, dann geht der Ausgang des Nivotesters FailSafe sofort in den Gut-Zustand. Der automatische Wiederanlauf passiert auch, wenn der Hakenschalter offen ist.

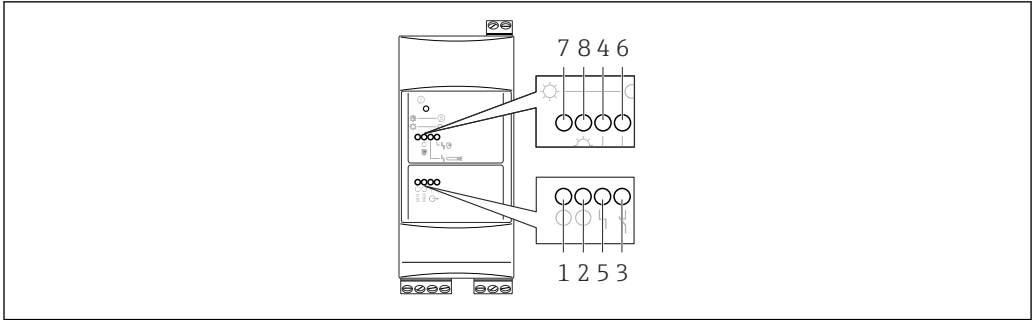
Das kann dazu genutzt werden, um die Parametrierung extern, z.B. über einen Schalter in einer Bedienkonsole vorzunehmen zu können. Ist dieses Verhalten jedoch unerwünscht, oder kann es zu einem gefährlichen Zustand führen, muss dafür Sorge getragen werden, dass die beiden Klemmen nicht versehentlich oder durch eine Störung kurzgeschlossen werden können.

5 Betrieb



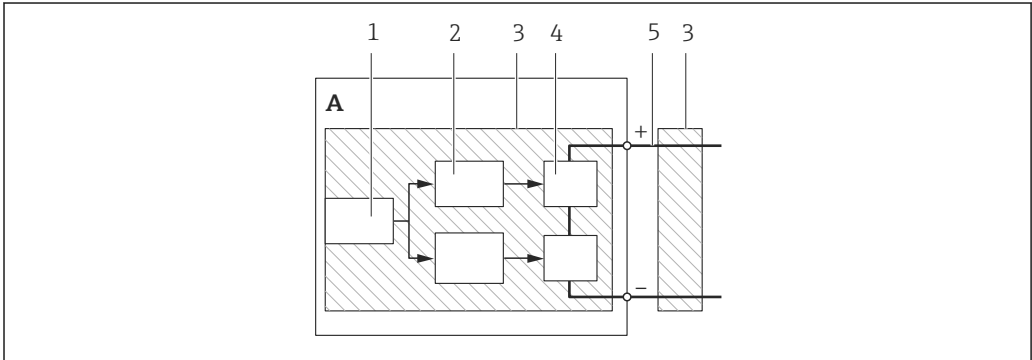
5 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

- A Liquiphant FailSafe
- B Nivotester FailSafe
- 1 Sensor
- 2 Signalverarbeitung
- 3 Diagnose
- 4 Ausgang
- 5 4 ... 20 mA Signal
- 6 Eingang
- 7 Relais
- 8 Sicherheitskontakt



A0022080

- 1 Betriebs-LED MIN; Farbe: Grün
- 2 Betriebs-LED MAX; Farbe: Grün
- 3 Sicherheitskontakt-LED; Farbe: Gelb
- 4 Fehler-LED Verdrahtung; Farbe: Rot
- 5 Fehler-LED Nivotester FailSafe; Farbe: Rot
- 6 Fehler-LED Liquiphant FailSafe; Farbe: Rot
- 7 Überwachungs-LED; Farbe: Gelb
- 8 Bedeckt-LED; Farbe: Gelb



A0022081

6 Variante II (nur Liquiphant FailSafe)

- A Liquiphant FailSafe
- 1 Sensor
- 2 Signalverarbeitung
- 3 Diagnose
- 4 Ausgang
- 5 4 ... 20 mA Signal

5.1 Geräteverhalten beim Einschalten

5.1.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Nach dem Einschalten durchläuft das Gerät eine Diagnosephase von max. 6 s. Während dieser Zeit:

- sind die Kontakte des Sicherheitspfades geöffnet
- ist der Meldekontakt geschlossen
- ist das Relais der Störmeldekontakte abgefallen

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Sicherheitskontakt 1	13 <> 14	Geöffnet	Ja
Sicherheitskontakt 2	23 <> 24	Geöffnet	
Meldekontakt	31 <> 32	Geschlossen	Nein
Störmelde-Ruhekontakt	6 <> 5	Geschlossen	
Störmelde-Arbeitskontakt	4 <> 5	Geöffnet	

Zusätzlich zeigt der Nivotester FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED MIN	1	Grün	An
Betriebs-LED MAX	2	Grün	An
Sicherheitskontakt-LED	3	Gelb	Aus
Fehler-LED Verdrahtung	4	Rot	Aus
Fehler-LED Nivotester FailSafe	5	Rot	Aus
Fehler-LED Liquiphant FailSafe	6	Rot	Aus
Überwachungs-LED	7	Gelb	Aus
Bedeckt-LED	8	Gelb	Aus

 Beide grünen Betriebs-LEDs (Nummer 1 und 2) sind gleichzeitig an, alle anderen aus.

5.1.2 Variante II (nur Liquiphant FailSafe)

Nach dem Einschalten durchläuft das Gerät eine Diagnosephase von max. 6 s. Während dieser Zeit befindet sich der Stromausgang auf Fehlerstrom $\leq 3,6$ mA.

Zusätzlich zeigt der Liquiphant FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED	1	Grün	An
Fehler-LED	2	Rot	Aus
Stromausgang-LED	3	Gelb	Aus

 Die grüne Betriebs-LED (Nummer 1) ist an.

5.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

5.2.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Bei Anforderung

- sind die Kontakte des Sicherheitspfades geöffnet
- ist der Meldekontakt geschlossen
- ist das Relais der Störmeldekontakte angezogen

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Sicherheitskontakt 1	13 <> 14	Geöffnet	Ja
Sicherheitskontakt 2	23 <> 24	Geöffnet	
Meldekontakt	31 <> 32	Geschlossen	Nein
Störmelde-Ruhekontakt	6 <> 5	Geöffnet	
Störmelde-Arbeitskontakt	4 <> 5	Geschlossen	

Zusätzlich zeigt der Nivotester FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED MIN	1	Grün	■ MIN-Detektion: An ■ MAX-Detektion: Aus
Betriebs-LED MAX	2	Grün	■ MAX-Detektion: An ■ MIN-Detektion: Aus
Sicherheitskontakt-LED	3	Gelb	Aus
Fehler-LED Verdrahtung	4	Rot	Aus
Fehler-LED Nivotester FailSafe	5	Rot	Aus
Fehler-LED Liquiphant FailSafe	6	Rot	Aus
Überwachungs-LED	7	Gelb	Aus
Bedeckt-LED	8	Gelb	■ MAX-Detektion: An ■ MIN-Detektion: Aus

 Die gelbe Sicherheitskontakt-LED (Nummer 3) ist aus, nur eine der grünen Betriebs-LEDs ist an.

5.2.2 Variante II (nur Liquiphant FailSafe)

Bei Anforderung befindet sich der Stromausgang im Bereich zwischen 4 mA und 12 mA. Um nachgeschalteten Komponenten die automatische Überprüfung der Betriebsart zu ermöglichen werden zwei unterschiedliche Strombereiche genutzt:

- MIN-Detektion: von 8 ... 10 mA
- MAX-Detektion: von 5 ... 7 mA

Zusätzlich zeigt der Liquiphant FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED	1	Grün	Blinkt
Fehler-LED	2	Rot	Aus
Stromausgang-LED	3	Gelb	Aus

 Die grüne Betriebs-LED (Nummer 1) ist an.

5.3 Sichere Zustände

5.3.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Im Gut-Zustand:

- sind die Kontakte des Sicherheitspfades geschlossen
- ist der Meldekontakt geöffnet
- ist das Relais der Störmeldekontakte angezogen

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Sicherheitskontakt 1	13 <> 14	Geschlossen	Ja
Sicherheitskontakt 2	23 <> 24	Geschlossen	
Meldekontakt	31 <> 32	Geöffnet	Nein
Störmelde-Ruhekontakt	6 <> 5	Geöffnet	
Störmelde-Arbeitskontakt	4 <> 5	Geschlossen	

Zusätzlich zeigt der Nivotester FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED MIN	1	Grün	■ MIN-Detektion: An ■ MAX-Detektion: Aus
Betriebs-LED MAX	2	Grün	■ MAX-Detektion: An ■ MIN-Detektion: Aus
Sicherheitskontakt-LED	3	Gelb	An
Fehler-LED Verdrahtung	4	Rot	Aus
Fehler-LED Nivotester FailSafe	5	Rot	Aus
Fehler-LED Liquiphant FailSafe	6	Rot	Aus
Überwachungs-LED	7	Gelb	Blinkt
Bedeckt-LED	8	Gelb	■ MIN-Detektion: An ■ MAX-Detektion: Aus

 Die gelbe Überwachungs-LED (Nummer 7) blinkt.

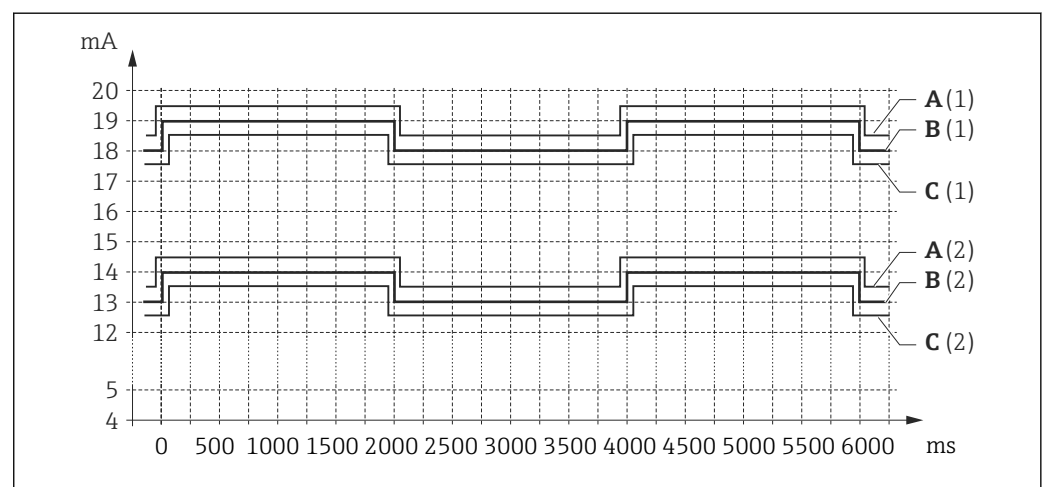
5.3.2 Variante II (nur Liquiphant FailSafe)

Im Gut-Zustand befindet sich der Stromausgang im Bereich zwischen 12 mA und 20 mA. Um nachgeschalteten Komponenten die automatische Überprüfung der Betriebsart zu ermöglichen werden zwei unterschiedliche Strombereiche genutzt:

- MIN-Detektion: von 17,5 ... 19,5 mA
- MAX-Detektion: von 12,5 ... 14,5 mA

Nachgeschalteten Komponenten ist es möglich automatisch zu überprüfen ob ein Liquiphant FailSafe angeschlossen ist. Dazu wird innerhalb der Bereichsgrenzen ein LIVE-Signal aufmoduliert. Hierbei handelt es sich um ein Rechtecksignal von 0,25 Hz und $\pm 0,5$ mA Amplitude (das Signal ändert sich alle 2 000 ms ± 50 ms um 1 mA).

 Dieses LIVE-Signal wird ausschließlich im Gut-Zustand aufmoduliert. Ein Fehlen des LIVE-Signals kann außer durch Anschluss eines Standard Liquiphant auch noch durch gleichzeitiges Auftreten mehrerer Fehler hervorgerufen werden. Die Ausfallrate λ_{du} des Messsystems selbst reduziert sich nicht durch eine Überwachung des LIVE-Signals, jedoch kann eine Überwachung gegebenenfalls zu einer Aufdeckung eines Fehlers in nachgeschalteten anderen Komponenten dienen.



 7 Stromausgang Liquiphant FailSafe im Gut-Zustand

- A Betriebsart MIN (1), Betriebsart MAX (2): obere Toleranz
 B Betriebsart MIN (1), Betriebsart MAX (2): normal
 C Betriebsart MIN (1), Betriebsart MAX (2): untere Toleranz

Zusätzlich zeigt der Liquiphant FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED	1	Grün	Blinkt
Fehler-LED	2	Rot	Aus
Stromausgang-LED	3	Gelb	An



Die gelbe Stromausgang-LED (Nummer 3) ist an.

5.4 Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen

5.4.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

Bei einer Störung sind die Sicherheitskontakte geöffnet, Alarm oder Warnung wird gleich behandelt. Es wird unterschieden nach:

- Fehler am Nivotester FailSafe
- Verdrahtungsfehler
- Fehler am Liquiphant FailSafe

Bei Störung:

- sind die Kontakte des Sicherheitspfades geöffnet
- ist der Meldekontakt geschlossen
- ist das Relais der Störmeldekontakte abgefallen

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Sicherheitskontakt 1	13 <> 14	Geöffnet	Ja
Sicherheitskontakt 2	23 <> 24	Geöffnet	
Meldekontakt	31 <> 32	Geschlossen	Nein
Störmelde-Ruhekontakt	6 <> 5	Geschlossen	
Störmelde-Arbeitskontakt	4 <> 5	Geöffnet	

Zusätzlich zeigt der Nivotester FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED MIN	1	Grün	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾
Betriebs-LED MAX	2	Grün	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾
Sicherheitskontakt-LED	3	Gelb	Aus
Fehler-LED Verdrahtung	4	Rot	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾ ■ Blinkt ¹⁾
Fehler-LED Nivotester FailSafe	5	Rot	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾ ■ Blinkt ¹⁾
Fehler-LED Liquiphant FailSafe	6	Rot	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾ ■ Blinkt ¹⁾

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Überwachungs-LED	7	Gelb	Aus
Bedeckt-LED	8	Gelb	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾

1) Abhängig von der Ursache der Störung. → Siehe Betriebsanleitung.

-  ■ Der Zustand ist abhängig von der gewählten Betriebsart MIN- oder MAX-Detektion
- Mindestens eine der roten LEDs (Nummer 4, 5 oder 6) ist an oder blinkt.

5.4.2 Variante II (nur Liquiphant FailSafe)

Bei Störung befindet sich der Stromausgang im Bereich unter 3,6 mA. Ausnahme sind Kurzschlüsse: Hierbei befindet sich der Stromausgang im Bereich über 21 mA.

Zur Alarmüberwachung muss die nachgeschaltete Logikeinheit sowohl HI-Alarme ($\geq 21,0$ mA) als auch LO-Alarme ($\leq 3,6$ mA) erkennen können. Eine Unterscheidung zwischen Alarm und Warnung findet nicht statt.

Zusätzlich zeigt der Liquiphant FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED	1	Grün	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾ ■ Blinkt ¹⁾
Fehler-LED	2	Rot	■ An ¹⁾ ■ Aus ¹⁾
Stromausgang-LED	3	Gelb	Aus

1) Abhängig von der Ursache der Störung. → Siehe Betriebsanleitung.

-  ■ Abhängig von der gewählten Betriebsart MIN- oder MAX-Detektion.
- Die grüne Betriebs-LED (Nummer 1) ist an.

5.5 Alarm-und Warnmeldungen

Das Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ist in der entsprechenden Betriebsanleitung beschrieben.

5.6 Geräteverhalten bei Verriegelung

5.6.1 Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe

In Verriegelung nach einer Anforderung, Spannungswiederkehr oder Alarm:

- sind die Kontakte des Sicherheitspfades geöffnet
- ist der Meldekontakt geschlossen
- ist das Relais der Störmeldekontakte angezogen

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Sicherheitskontakt 1	13 <> 14	Geöffnet	Ja
Sicherheitskontakt 2	23 <> 24	Geöffnet	
Meldekontakt	31 <> 32	Geschlossen	Nein

Relais	Klemmenpaar	Zustand	Sicherheitsfunktion
Störmelde-Ruhekontakt	6 <> 5	Geöffnet	
Störmelde-Arbeitskontakt	4 <> 5	Geschlossen	

Zusätzlich zeigt der Nivotester FailSafe zur Information folgende LED-Anzeigen:

LED	Nummer	Farbe	Zustand
Betriebs-LED MIN	1	Grün	■ MIN-Detektion: An ■ MAX-Detektion: Aus
Betriebs-LED MAX	2	Grün	■ MAX-Detektion: An ■ MIN-Detektion: Aus
Sicherheitskontakt-LED	3	Gelb	Aus
Fehler-LED Verdrahtung	4	Rot	Aus
Fehler-LED Nivotester FailSafe	5	Rot	Aus
Fehler-LED Liquiphant FailSafe	6	Rot	Aus
Überwachungs-LED	7	Gelb	An
Bedeckt-LED	8	Gelb	■ MIN-Detektion: An ■ MAX-Detektion: Aus

 Die gelbe Sicherheitskontakt-LED (Nummer 3) ist an.

6 Wiederholungsprüfung

 Die sicherheitstechnische Funktionsfähigkeit des Geräts im SIL-Mode ist bei der Inbetriebnahme, bei Änderungen an sicherheitsrelevanten Parametern, sowie in angemessenen Zeitabständen zu überprüfen. Hierdurch kann diese Funktionsfähigkeit innerhalb der kompletten Sicherheitseinrichtung nachgewiesen werden. Die Zeitabstände sind vom Betreiber festzulegen.

VORSICHT

Während einer Wiederholungsprüfung ist die Sicherheitsfunktion nicht gewährleistet
Die Prozesssicherheit muss während der Prüfung durch geeignete Maßnahmen gewährleistet werden.

- ▶ Das sicherheitsbezogene Ausgangssignal 4 ... 20 mA darf während der Prüfung nicht für die Schutzeinrichtung genutzt werden.
- ▶ Eine durchgeführte Prüfung ist zu dokumentieren, dafür können die Protokolle im Anhang benutzt werden (siehe Kapitel 8.2).
- ▶ Der Betreiber legt das Prüfintervall fest und dieses muss bei der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit PFD_{avg} des Sensorsystems berücksichtigt werden.

Wenn keine betreiberspezifischen Vorgaben für die Wiederholungsprüfung vorhanden sind, bietet sich folgende alternative Möglichkeit zur Prüfung des Transmitters in Abhängigkeit der für die Sicherheitsfunktion genutzten Messgröße an. Für die folgend beschriebenen Prüfungsabläufe sind die jeweiligen Abdeckungsgrade (PTC = proof test coverage) angegeben, die zur Berechnung verwendet werden können.

HINWEIS

Das Gerät befindet sich vor Beginn der Prüfung in Störung, d. h. es wird eine Alarmmeldung ausgegeben

- ▶ Die Ursache für die Störung vor Beginn der Wiederholungsprüfung zuerst beheben.

Übersicht der Wiederholungsprüfungen:

- **Prüfablauf A:**
Anfahren des Füllstands oder Ausbauen und Eintauchen in ein Medium gleicher Dichte und Viskosität
 - Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MIN-Detektion
 - Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MAX-Detektion
 - Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion
 - Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion
- **Prüfablauf B:**
Simulation durch Drücken der Prüftaste am Liquiphant FailSafe oder Nivotester FailSafe aktivieren
 - Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)
 - Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion
 - Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion

Bei den Prüfabläufen folgendes beachten:

Zur Wiederholungsprüfung ist eine Komponente notwendig, die den Status des jeweiligen Ausgangssignals anzeigt. Dies kann z.B. eine nachgeschaltete Komponente des Sicherheitspfades (z.B. eine SSPS oder der Aktor) sein, oder ein Messgerät.

6.1 Prüfablauf A

6.1.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MIN-Detektion

Vorbereitung

1. Anfahren des Füllstands oder
2. Ausbauen und Eintauchen in ein Medium gleicher Dichte und Viskosität

Ablauf der Wiederholungsprüfung, 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 vergleichbarer Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametriert, die Verriegelung quittieren.
3. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geöffnet sein.

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.

2. Ist der Nivotester FailSafe auf "Sofortiger Wechsel in den Gut-Zustand" parametrier, weiter mit Schritt 4.
3. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrier, müssen die Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) geöffnet sein.
4. Verriegelung quittieren.

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung der Selbsthaltung vor. Ist diese für die Sicherheitsfunktion erforderlich, gilt die Wiederholungsprüfung als nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 5

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen und Gut-Zustand herstellen.
2. Den Nivotester FailSafe durch Drücken des Prüftasters neu starten.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)
3. Ist der Nivotester FailSafe auf "Sofortiger Wechsel in den Gut-Zustand" parametrier, weiter mit Schritt 6.
4. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrier, müssen die Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) geöffnet sein.
5. Verriegelung quittieren

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung der Selbsthaltung vor. Ist diese für die Sicherheitsfunktion erforderlich, gilt die Wiederholungsprüfung als nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 6

- Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

-  ■ Bei dieser Art der Prüfung wird der vollständige Sicherheitspfad, inklusive der Wechselwirkung zwischen Medium und Schwinggabel, überprüft.
- Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 96 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 90 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 99 %.

6.1.2 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe), MAX-Detektion

Vorbereitung

1. Anfahren des Füllstands oder

2. Ausbauen und Eintauchen in ein Medium gleicher Dichte und Viskosität

Ablauf der Wiederholungsprüfung, 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 vergleichbarer Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrierung, keine Anforderung vorliegt, die Sicherheitskontakte aber geöffnet sind, muss geprüft werden, ob die letzte Anforderung bereits quittiert wurde. Gegebenenfalls die Anforderung nochmals quittieren.
3. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geöffnet sein.

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
2. Ist der Nivotester FailSafe auf "Sofortiger Wechsel in den Gut-Zustand" parametrierung, weiter mit Schritt 4.
3. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrierung, müssen die Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) geöffnet sein.
4. Verriegelung quittieren.

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung der Selbsthaltung vor. Ist diese für die Sicherheitsfunktion erforderlich, gilt die Wiederholungsprüfung als nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- ▶ Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 5

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Den Nivotester FailSafe durch Drücken des Prüftasters neu starten.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)

3. Ist der Nivotester FailSafe auf "Sofortiger Wechsel in den Gut-Zustand" parametrierbar, weiter mit Schritt 6.
4. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrierbar, müssen die Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) geöffnet sein.
5. Verriegelung quittieren

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung der Selbsthaltung vor. Ist diese für die Sicherheitsfunktion erforderlich, gilt die Wiederholungsprüfung als nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 6

- Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

- 
 - Bei dieser Art der Prüfung wird der vollständige Sicherheitspfad, inklusive der Wechselwirkung zwischen Medium und Schwinggabel, überprüft.
 - Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 96 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 90 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 99 %.

6.1.3 Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion

Vorbereitung

1. Anfahren des Füllstands oder
2. Ausbauen und Eintauchen in ein Medium ähnlicher Dichte und Viskosität

Ablauf der Wiederholungsprüfung, 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. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (17,5 ... 19,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.
2. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (8,0 ... 10,0 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

- Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (17,5 ... 19,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 5

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen und Gut-Zustand herstellen.
2. Den Liquiphant FailSafe durch Drücken des Prüftasters neu starten.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 6

- Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (17,5 ... 19,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

-  ■ Bei dieser Art der Prüfung wird der vollständige Sicherheitspfad, inklusive der Wechselwirkung zwischen Medium und Schwinggabel, überprüft.
- Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 95,2 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 90 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 99 %.

6.1.4 Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion

Vorbereitung

1. Anfahren des Füllstands oder
2. Ausbauen und Eintauchen in ein Medium gleicher Dichte und Viskosität

Ablauf der Wiederholungsprüfung, 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 vergleichbarer Dichte und Viskosität verwendet werden.
2. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (12,5 ... 14,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand anheben oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors in das Medium eintauchen, bis die Schwinggabel vollständig bedeckt ist.
2. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (5,0 ... 7,0 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

- Füllstand absenken oder die Schwinggabel des ausgebauten Sensors aus dem Medium nehmen, bis die Schwinggabel vollständig frei ist.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (12,5 ... 14,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 5

1. Ausgebauten Sensor wieder einbauen.
2. Den Liquiphant FailSafe durch Drücken des Prüftasters neu starten.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 6

- Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (12,5 ... 14,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

-  ■ Bei dieser Art der Prüfung wird der vollständige Sicherheitspfad, inklusive der Wechselwirkung zwischen Medium und Schwinggabel, überprüft.
- Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 95,2 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 90 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 99 %.

6.2 Prüfablauf B

6.2.1 Variante I (Liquiphant FailSafe mit Nivotester FailSafe)

 Gültig für MIN- und MAX-Detektion!

Vorbereitung

- Simulation am Liquiphant FailSafe oder Nivotester FailSafe durch Drücken des Prüftasters

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

1. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.
2. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrierbar, keine Anforderung vorliegt, die Sicherheitskontakte aber geöffnet sind, muss geprüft werden, ob die letzte Anforderung bereits quittiert wurde. Gegebenenfalls die Anforderung nochmals quittieren.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Prüftaster am Liquiphant FailSafe oder Nivotester FailSafe gedrückt halten.
 - ↳ Wird der Prüftaster losgelassen, verbleiben noch 5 s zur Überprüfung. Ist mehr Zeit notwendig, kann der Taster permanent gedrückt werden.
2. Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geöffnet sein.

Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Prüftaster am Nivotester FailSafe betätigen.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)
2. Wurde der Prüftaster am Liquiphant FailSafe betätigt, den Nivotester FailSafe durch Drücken des Prüftasters neu starten.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)
3. Ist der Nivotester FailSafe auf "Sofortiger Wechsel in den Gut-Zustand" parametrier, weiter mit Schritt 6.
4. Ist der Nivotester FailSafe auf "Verriegelung" parametrier, müssen die Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) geöffnet sein.
 - ↳ Falls die Sicherheitskontakte geschlossen sind, liegt eine Störung der Selbsthaltung vor. Ist diese für die Sicherheitsfunktion erforderlich, gilt die Wiederholungsprüfung als nicht bestanden und muss abgebrochen werden.
5. Verriegelung quittieren.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- ▶ Status der Sicherheitskontakte kontrollieren.
 - ↳ Klemmen 13 und 14 (Sicherheitskontakt 1) und Klemmen 23 und 24 (Sicherheitskontakt 2) müssen geschlossen sein.

Falls die Sicherheitskontakte geöffnet sind, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

-  ■ Bei der Simulation durch Drücken des Prüftasters verbleibt auf Grund der nicht geprüften Teile des Sicherheitspfades eine Fehlerrate von 3 FIT.
- Bei dieser Art der Prüfung wird nur der elektrische Sicherheitspfad überprüft.
- Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 96 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 34 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 97,4 %.
- Um den gesamten Diagnosedeckungsgrad auf über 99 % zu erhöhen, kann zusätzlich auch die Schaltpunktgenauigkeit überprüft werden, siehe Betriebsanleitung.

6.2.2 Variante II (Liquiphant FailSafe), MIN-Detektion

Vorbereitung

- ▶ Simulation am Liquiphant FailSafe durch Drücken des Prüftasters

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

- ▶ Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (17,5 ... 19,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Prüftaster am Liquiphant FailSafe gedrückt halten.
 - ↳ Wird der Prüftaster losgelassen, verbleiben noch 5 s zur Überprüfung. Ist mehr Zeit notwendig, kann der Taster permanent gedrückt werden.
2. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (8,0 ... 10,0 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

- ▶ Prüftaster am Liquiphant FailSafe betätigen.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- ▶ Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (17,5 ... 19,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

 Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.

- 
 - Bei der Simulation durch Drücken des Prüftasters verbleibt auf Grund der nicht geprüften Teile des Sicherheitspfades eine Fehlerrate von 3 FIT
 - Bei dieser Art der Prüfung werden nur der elektrische Sicherheitspfad und nachfolgende Anlagenteile überprüft.
 - Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 95,2 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 4 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 95,4 %.
 - Um den gesamten Diagnosedeckungsgrad auf über 99 % zu erhöhen, kann zusätzlich auch die Schaltpunktgenauigkeit überprüft werden. Siehe Betriebsanleitung.

6.2.3 Variante II (Liquiphant FailSafe), MAX-Detektion

Vorbereitung

- ▶ Simulation am Liquiphant FailSafe durch Drücken des Prüftasters

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

- ▶ Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (12,5 ... 14,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Prüftaster am Liquiphant FailSafe gedrückt halten.
 - ↳ Wird der Prüftaster losgelassen, verbleiben noch 5 s zur Überprüfung. Ist mehr Zeit notwendig, kann der Taster permanent gedrückt werden.
2. Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (5,0 ... 7,0 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

- ▶ Prüftaster am Liquiphant FailSafe betätigen.
 - ↳ Warten bis die automatische, vollständige interne Diagnose durchgeführt wurde (min. 8 s)

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 4

- ▶ Die Stromaufnahme des Liquiphant FailSafe kontrollieren (12,5 ... 14,5 mA).

Befindet sich der Strom außerhalb der Sollwerte, liegt eine Störung im Sicherheitspfad vor. Die Wiederholungsprüfung ist nicht bestanden und muss abgebrochen werden.



Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn alle Schritte erfolgreich durchgeführt wurden.



- Bei der Simulation durch Drücken des Prüftasters verbleibt auf Grund der nicht geprüften Teile des Sicherheitspfades eine Fehlerrate von 3 FIT
- Bei dieser Art der Prüfung werden nur der elektrische Sicherheitspfad und nachfolgende Anlagenteile überprüft.
- Zusätzlich zum Diagnosedeckungsgrad (DC) von 95,2 % der internen Diagnosen werden durch diese Wiederholungsprüfung über 4 % (PTC = Proof Test Coverage) der restlichen gefährlichen unerkannten Ausfälle aufgedeckt. Dies ergibt einen gesamten Deckungsdeckungsgrad von über 95,4 %.
- Um den gesamten Diagnosedeckungsgrad auf über 99 % zu erhöhen, kann zusätzlich auch die Schaltpunktgenauigkeit überprüft werden. Siehe Betriebsanleitung.

6.3 Zusätzliche Prüfmöglichkeiten der nicht SIL bewerteten Funktion

Während der Wiederholungsprüfung können auch die nicht SIL bewerten Ausgänge und Anzeigen geprüft werden. Dies ist optional und nicht für den sicherheitsbezogenen Einsatz notwendig. Das Gerät darf bei einem Fehler dieser Funktionen weiter betrieben werden, jedoch ist ein Ersatz zum nächstmöglichen Zeitpunkt zu empfehlen.

6.3.1 Liquiphant FailSafe

Wenn der Prüftaster gedrückt ist, leuchtet die grüne und die rote LED abwechselnd im Rhythmus 1 links / 1 rechts und die gelbe LED ist aus. Im Schritt 1 und im Schritt 6 leuchtet die gelbe LED durchgehend.

6.3.2 Nivotester FailSafe

- Der Meldekontakt (Klemme 31 und 32) verhält sich negiert zu den Sicherheitskontakten.
- Der Störmelde-Arbeitskontakt ist im Schritt 1 und im Schritt 6 geschlossen.
- Der Störmelde-Ruhekontakt ist nur kurzzeitig, während des Messsystems neu startet, geschlossen.

Wenn der Prüftaster gedrückt ist, leuchten die 8 LEDs abwechselnd im Rhythmus 4 oben / 4 unten.

Im Schritt 1 und Schritt 6 leuchten die gelben Sicherheitskontakte-LED. Mit Ausnahme der Phase, in der alle LEDs abwechselnd blinken, zeigt diese Sicherheitskontakt-LED den Status der Sicherheitskontakte an.

6.4 Prüfkriterium

Ist eines der Prüfkriterien der oben beschriebenen Prüfabläufe nicht erfüllt, darf das Gerät nicht mehr als Teil einer Schutzeinrichtung eingesetzt werden.

- Die Wiederholungsprüfung dient zur Aufdeckung gefährlicher unentdeckter Geräteausfälle (λ_{DU}).
- Der Einfluss systematischer Fehler auf die Sicherheitsfunktion wird durch diese Prüfung nicht abgedeckt und ist gesondert zu betrachten.
- Systematische Fehler können beispielsweise durch Stoffeigenschaften, Betriebsbedingungen, Ansatzbildung oder Korrosion verursacht werden.
- Beispielsweise ist im Rahmen der Sichtprüfung sicherzustellen, dass alle Dichtungen und Kabeleinführungen ihre Dichtfunktion korrekt erfüllen und das Gerät keine sichtbaren Beschädigungen aufweist.

7 Reparatur und Fehlerbehandlung

7.1 Wartung

Wartungshinweise und Hinweise zur Nachkalibrierung sind der zugehörigen Betriebsanleitung zu entnehmen.

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

7.2 Reparatur

Reparatur bedeutet Wiederherstellung der Funktionsfähigkeit durch den Austausch von defekten Komponenten.

Hierfür dürfen nur Original-Ersatzteile von Endress+Hauser verwendet werden.

Reparatur dokumentieren mit:

- Seriennummer des Gerätes
- Datum der Reparatur
- Art der Reparatur
- Ausführende Person

Eine Reparatur/Austausch von Komponenten darf durch Fachpersonal des Kunden vorgenommen werden, wenn **Original-Ersatzteile** von Endress+Hauser, die durch den Endkunden bestellbar sind, verwendet und die jeweiligen Einbauanleitungen beachtet werden.

 Nach einer Reparatur ist immer eine Wiederholungsprüfung durchzuführen.

Komponenten für Reparatur/Austausch:

- Deckel
- Deckeldichtung
- Kabelverschraubung
- Elektronikinsatz FEL85

 Einbauanleitungen liegen dem Original-Ersatzteil bei und sind auch im Downloadbereich unter www.endress.com verfügbar.

Ausgetauschte Komponente zwecks Fehleranalyse an Endress+Hauser einsenden.

Der Rücksendung der defekten Komponente die „Erklärung zur Kontamination und Reinigung“ mit dem Hinweis „Einsatz als SIL-Gerät in Schutzeinrichtung“ beilegen.

Informationen zur Rücksendung: <http://www.endress.com/support/return-material>

7.3 Modifikation

- **Modifikationen von SIL-Geräten durch den Anwender sind nicht erlaubt, da sie die funktionale Sicherheit des Geräts beeinträchtigen können**
- Modifikationen an SIL-Geräten beim Anwender vor Ort sind nach Freigabe durch das Endress+Hauser Herstellerwerk möglich
- Modifikationen an SIL-Geräten müssen von Personal durchgeführt werden, das von Endress+Hauser zu solchen Arbeiten autorisiert wurde
- Für Modifikationen dürfen nur **Original-Ersatzteile** von Endress+Hauser verwendet werden
- Alle Modifikationen müssen im Endress+Hauser W@M Device Viewer dokumentiert werden
- Alle Modifikationen erfordern ein Änderungstypenschild oder einen Austausch des ursprünglichen Typenschildes.

7.4 Außerbetriebnahme

Bei der Außerbetriebnahme sind die Anforderungen gemäß IEC 61508-1:2010 Abschnitt 7.17 zu beachten.

7.5 Entsorgung



Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierter Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen an Endress+Hauser zurückgeben.

8 Anhang

8.1 Aufbau des Messsystems

8.1.1 Systemkomponenten

Das System besteht aus mehreren Komponenten, die in zwei Varianten betrieben werden können:

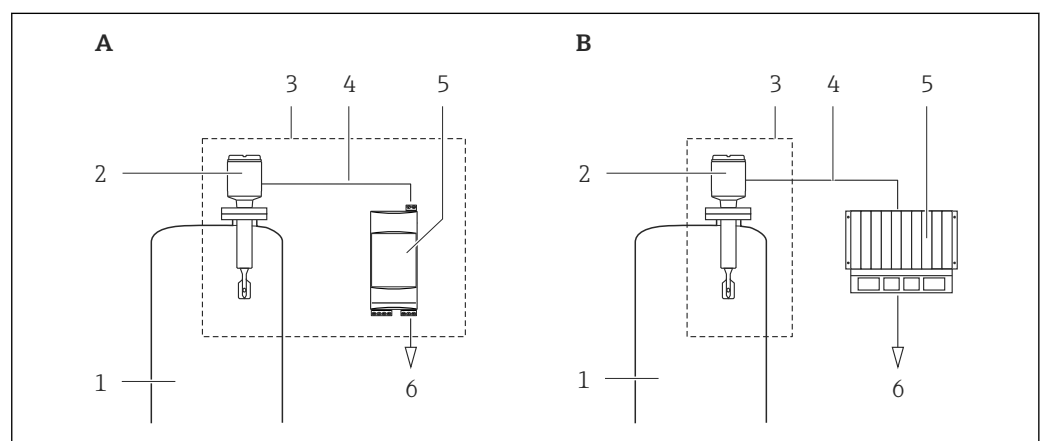
■ Variante I

Mit Liquiphant FailSafe (Sensor) und Nivotester FailSafe (Auswertegerät) zur Ansteuerung von z.B. einem Aktor oder einer SSPS über die Kontakte der Sicherheitspfade.

■ Variante II

Mit Liquiphant FailSafe (Sensor) zur direkten Ansteuerung eines Auswertegeräts (z.B. Messumformer, SSPS) über die 4 ... 20 mA Schnittstelle.

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



A0021086

- A Variante I
- B Variante II
- 1 Prozess
- 2 Liquiphant FailSafe mit Elektronikeinsatz FEL85
- 3 Systemgrenze
- 4 2-Draht Leitung, 4 ... 20 mA
- 5 Bei Variante I: Nivotester FailSafe; bei Variante II: z.B. SSPS
- 6 Aktor

Im Sensor wird ein füllstandsabhängiges diskretes Signal (4 ... 20 mA) erzeugt, das der nachgeschalteten Logikeinheit (z.B. Nivotester FailSafe, SSPS, ...) zugeführt wird und dort auf das Überschreiten bzw. Unterschreiten eines vorgegebenen Grenzwertes überwacht wird.

Liquiphant FailSafe

Der Liquiphant FailSafe wirkt als sicherheitsbezogener Grenzscharter und unterscheidet zwischen bedeckter und unbedeckter Schwinggabel. Er gibt einen Strom gemäß NAMUR Richtlinie NE43 aus (4 ... 20 mA Signal).

Nivotester FailSafe

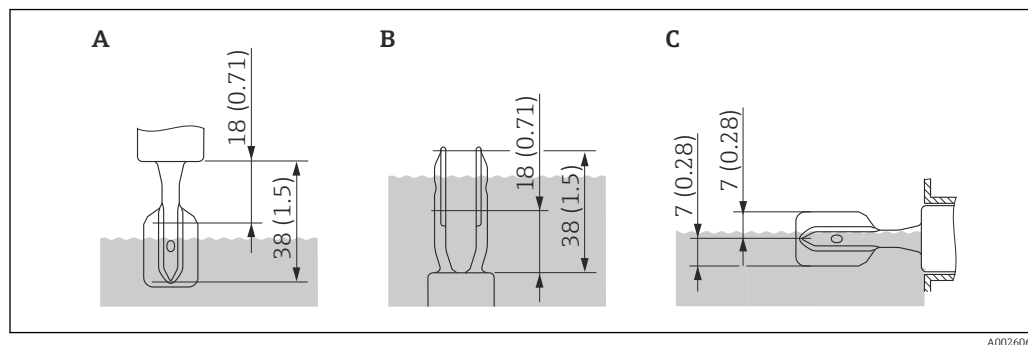
Der Nivotester FailSafe überwacht als Auswertegerät den Eingangsstrom sowie ein dynamisches Signal (LIVE-Signal), welche vom Liquiphant FailSafe übermittelt werden. Bei Anforderung oder erkannten Störungen werden die zwei Sicherheitskontakte geöffnet. Zusätzlich zu den Sicherheitskontakten wird ein Meldekontakt geschlossen.

Bei einer Gerätestörung schaltet ein separater Störmeldekontakt.

8.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung

Die Schwinggabel des Sensors schwingt in Eigenresonanz. Bei Erhöhung der Dichte verringert sich die Schwingungsfrequenz. Diese Frequenzänderung bewirkt das Umschalten des Stromsignals.

Der Schaltpunkt liegt im Bereich der Schwinggabel und ist abhängig vom Einbau.



A0026065

Maßeinheit mm (in)

A Einbau von oben

B Einbau von unten

C Einbau von der Seite

8.1.3 Einbaubedingungen

Die Einbaubedingungen für verschiedene Messungen sind in der zugehörigen Technischen Information beschrieben.



Der sichere Betrieb des Geräts setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

8.1.4 Messfunktion

Es stehen zwei Betriebsarten zur Auswahl:

- MIN-Detektion
- MAX-Detektion

MIN-Detektion

Das Messsystem wird zum Schutz vor zu niedrigem Füllstand eingesetzt, z.B. für Pumpen- oder Leerlaufschutz, Sicherung vor Unterfüllung.

Im normalen Betrieb ist die Schwinggabel von Flüssigkeit bedeckt, das Messsystem meldet den Gut-Zustand. Im Falle eines zu niedrigen Füllstands 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, das Messsystem meldet den Gut-Zustand. Bei bedecktem Zustand der Schwinggabel geht das Gerät in den sicheren Zustand und meldet die Anforderung.



Atmosphäre über der Flüssigkeit beachten!

8.2 Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederholungsprüfung

Das folgende gerätespezifische Prüfprotokoll dient als Druck-/Kopiervorlage und kann jederzeit durch ein kundeneigenes SIL-Protokollierungs- und Prüfsystem ersetzt oder ergänzt werden.

8.2.1 Prüfprotokoll - Seite 1 -

Firma / Ansprechpartner
Ausführender

Geräteinformationen
Anlage
Messstellenkennzeichnung
Gerätename/Bestellcode
Seriennummer

Informationen zur Prüfung
Firma/Ansprechpartner
Durchgeführt von
Datum/Zeit
Prüfer

Verifikationsergebnis
Gesamtergebnis
☐ Bestanden  ☐ Nicht bestanden 

Bemerkung

Datum

Unterschrift

Unterschrift Ausführender

8.2.2 Prüfprotokoll - Seite 2 -

Geräteinformationen
Anlage
Messstellenkennzeichnung
Gerätename/Bestellcode
Seriennummer

Informationen zur Prüfung
Datum/Zeit

Art der Sicherheitsfunktion
☐ Grenzwertüberwachung MIN
☐ Grenzwertüberwachung MAX

Dichtebereich Einstellung
☐ >0,7
☐ >0,5

Inbetriebnahmeprüfung - Prüfablauf A
☐ MIN-Detektion
☐ MAX-Detektion

Wiederholungsprüfung
☐ Prüfablauf A, MIN-Detektion
☐ Prüfablauf A, MAX-Detektion
☐ Prüfablauf B, Simulation durch Prüftaster oder Magnet am Liquiphant FailSafe

Klemme 2, Strom kontrollieren			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Ergebnis
Schritt 1	2,2 ... 3,8 mA		☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
Schritt 2	0,4 ... 1,0 mA		☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden
Schritt 3	2,2 ... 3,8 mA		☐ Bestanden ☐ Nicht bestanden

8.3 Versionshistorie

FY01079F ; Version 02.23

- Firmwareversion: 01.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: ab 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl)
- Änderungen:
 - Textanpassungen

FY01079F ; Version 01.22

- Firmwareversion: 01.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: ab 01.00.ww (ww: jede Doppelzahl)
- Änderungen: Zertifikat erneuert
- Vorgänger: SD00350F
 - Liquiphant FailSafe FTL80/81/85 mit Nivotester FailSafe FTL825



www.addresses.endress.com
