

Handbuch Funktionale Sicherheit **Liquicap M FTI52**

Kapazitive Füllstandmessung für Flüssigkeiten





A0023555

Inhaltsverzeichnis

1	Konformitätserklärung	4	5.3	Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen ..	13
1.1	Sicherheitstechnische Kenngrößen	5	5.3.1	Fehlerstrom	13
2	Hinweise zum Dokument	6	5.4	Alarm- und Warnmeldungen	13
2.1	Dokumentfunktion	6	6	Wiederholungsprüfung	13
2.2	Verwendete Symbole	6	6.1	Prüfablauf A	14
2.2.1	Warnhinweissymbole	6	6.1.1	MIN-Detektion	14
2.2.2	Symbole für Informationstypen und Grafiken	6	6.1.2	MAX-Detektion	15
2.3	Mitgeltende Gerätedokumentation	7	6.2	Prüfablauf B	16
2.3.1	Mitgeltende Dokumente	7	6.2.1	MIN-Detektion	16
2.3.2	Technische Information (TI)	7	6.2.2	MAX-Detektion	16
2.3.3	Betriebsanleitung (BA)	7	6.3	Prüfablauf C	17
2.3.4	Sicherheitshinweise (XA)	7	6.4	Prüfkriterium	18
2.3.5	Zertifikat	7	7	Reparatur und Fehlerbehandlung ..	18
3	Design	7	7.1	Wartung	18
3.1	Zulässige Gerätetypen	7	7.2	Reparatur	18
3.1.1	Bestellmerkmale	8	7.3	Modifikation	19
3.2	Kennzeichnung	8	7.4	Außerbetriebnahme	19
3.3	Sicherheitsfunktion	8	7.5	Entsorgung	19
3.3.1	Aktivierung der Sicherheitsfunktion ..	9	7.6	Batterieentsorgung	19
3.3.2	Sicherheitsbezogenes Ausgangssig- nal	9	8	Anhang	20
3.3.3	Redundanter Verschaltung mehrerer Sensoren	9	8.1	Aufbau des Messsystems	20
3.4	Randbedingungen für die Anwendung im sicherheitsbezogenen Betrieb	9	8.1.1	Systemkomponenten	20
3.4.1	Sicherheitstechnische Fehler gemäß IEC / EN 61508	10	8.1.2	Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung	21
3.4.2	Einschränkungen für den sicher- heitsbezogenen Einsatz	10	8.1.3	Einbaubedingungen	21
3.5	Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung	11	8.1.4	Messfunktion	22
3.6	Gebrauchsdauer elektrischer Bauteile	11	8.2	Protokoll Inbetriebnahme- oder Wiederho- lungsprüfung	22
4	Inbetriebnahme (Installation und Konfiguration)	12	8.2.1	Prüfprotokoll - Seite 1 -	23
4.1	Anforderungen an das Personal	12	8.2.2	Prüfprotokoll - Seite 2 -	24
4.2	Installation	12	8.3	Versionshistorie	25
4.3	Inbetriebnahme	12			
4.4	Bedienung	12			
4.5	Geräteparametrierung für sicherheitsbezo- gene Anwendungen	12			
4.5.1	Abgleich der Messstelle	12			
4.5.2	Methoden der Parametrierung	12			
4.5.3	Entriegelung eines SIL-Geräts	13			
5	Betrieb	13			
5.1	Geräteverhalten beim Einschalten	13			
5.2	Geräteverhalten bei Anforderung der Sicher- heitsfunktion	13			

1 Konformitätserklärung

SIL_00497_02.23

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

Liquicap M FTI5x

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, April 19, 2023
Endress+Hauser SE+Co. KG

i. V.

E-SIGNED by Thorsten Springmann
on 20 April 2023 15:13:53 GMT
Thorsten Springmann
Dept. Man. R&D Devices Level Limit
Research & Development

i. V.

E-SIGNED by Manfred Hammer
on 20 April 2023 15:12:30 GMT
Manfred Hammer
Dept. Man. R&D Quality Management/FSM
Research & Development

A0050487

1.1 Sicherheitstechnische Kenngrößen

SIL_00497_02.23



General			
Device designation and permissible types ¹⁾	Liquicap M FTI5x * * * * * F,5 * * 1 F		
	x = 1, 2		
Safety-related output signal	8 / 16 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	<input type="checkbox"/> Type A	<input checked="" type="checkbox"/> Type B	
Operating mode	<input checked="" type="checkbox"/> Low Demand Mode	<input type="checkbox"/> High Demand Mode	
Valid hardware version	02.01.ww (ww: any double number)		
Valid software version	02.00.zz (zz: any double number)		
Safety manual	FTI51: FY01072F / FTI52 FY01073F		
Type of evaluation (check only <u>one</u> box)	<input checked="" type="checkbox"/>	Complete HW/SW evaluation parallel to development incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of "proven in use" performance for HW/SW incl. FMEDA and change request acc. to IEC 61508-2, 3	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation of HW/SW field data to verify „prior use" acc. to IEC 61511	
	<input type="checkbox"/>	Evaluation by FMEDA acc. to IEC 61508-2 for devices w/o software	
Evaluation through – report/certificate no.	TÜV Nord 44 799 13761309		
Test documents	Development documents	Test reports	Data sheets
SIL – Integrity			
Systematic safety integrity		<input type="checkbox"/> SC 2	<input checked="" type="checkbox"/> SC 3
Hardware safety integrity	Single channel use (HFT = 0)	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input type="checkbox"/> SIL 3 capable
	Multi channel use (HFT ≥ 1)	<input type="checkbox"/> SIL 2 capable	<input checked="" type="checkbox"/> SIL 3 capable
FMEDA			
Safety function	MIN	MAX	RANGE
$\lambda_{DU}^{2),3)}$	45 FIT	36 FIT	/
$\lambda_{DD}^{2),3)}$	363 FIT	221 FIT	/
$\lambda_S^{2),3)}$	73 FIT	223 FIT	/
SFF	91%	93%	/
PFD _{avg} (T ₁ = 1 year) ³⁾ (single channel architecture)	1.97 · 10 ⁻⁴	1.58 · 10 ⁻⁴	/
PFH	/	/	/
PTC ⁴⁾ A / B / C	98% / 98% / 35%	98% / 98% / 35%	/
Diagnostic test interval ⁵⁾	≤ 2 min	≤ 2 min	/
Fault reaction time ⁶⁾	≤ 1 s	≤ 1 s	/
Comments			
Safety function "MIN" not permitted for partially insulated probe types.			
Declaration			
<input checked="" type="checkbox"/>	Our internal company quality management system ensures information on safety-related systematic faults which become evident in the future		

¹⁾ Valid order codes and order code exclusions are maintained in the E+H ordering system

²⁾ FIT = Failure In Time, number of failures per 10⁹ 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

2 Hinweise zum Dokument

2.1 Dokumentfunktion

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 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



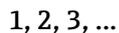
Zu beachtender Hinweis oder einzelner Handlungsschritt



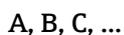
Handlungsschritte



Ergebnis eines Handlungsschritts



Positionsnummern



Ansichten

2.3 Mitgeltende Gerätedokumentation

-  Eine Übersicht zum Umfang der zugehörigen Technischen Dokumentation bieten:
- *W@M 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

- TI00417F
- BA00299F

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 Sicherheitshinweise (XA)

Abhängig von der Zulassung liegen dem Gerät bei Auslieferung Sicherheitshinweise (XA) bei. Diese sind integraler Bestandteil der Betriebsanleitung.

-  Auf dem Typenschild ist angegeben, welche Sicherheitshinweise (XA) für das jeweilige Gerät relevant sind.

2.3.5 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

 Vollisolierte Geräte sind für die MAX- und MIN-Sicherheit zulässig. Teilisolierte Geräte sind nur für die MAX-Sicherheit zugelassen.

"FTI52"

Merkmal: 010 "Zulassung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 020 "Inaktive Länge L3"

Ausprägung: alle

Merkmal: 030 "Aktive Sondenlänge L1; Isolation"

Ausprägung: alle

Merkmal: 040 "Isolation"

Ausprägung: alle

Merkmal: 050 "Prozessanschluss"

Ausprägung: alle

Merkmal: 060 "Elektronik; Ausgang"

Ausprägung:

- 5: FEI55; 8/16 mA, 11 ... 36 V_{DC}
- F: FEI55; 8/16 mA, 11 ... 36 V_{DC} + UK Kennzeichnung

Merkmal: 070 "Gehäuse"

Ausprägung: alle

Merkmal: 080 "Kabeleinführung"

Ausprägung: alle

Merkmal: 090 "Sondenbauart"

Ausprägung: 1: Kompakt

Merkmal: 100 "Zusatzausstattung"

Ausprägung: F: SIL Konformitätserklärung

Merkmal: 995 "Kennzeichnung"

Ausprägung: alle

Gültige Versionen

- Firmware: ab 02.00.zz (→ Gerätetypenschild)
- Hardware (Elektronik): ab 02.00 (→ Gerätetypenschild)

3.2 Kennzeichnung

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

3.3 Sicherheitsfunktion

Die Sicherheitsfunktionen des Geräts sind:

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

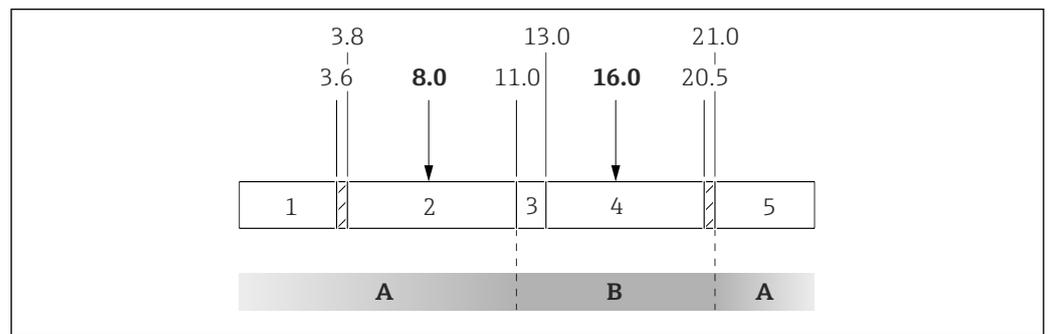
3.3.1 Aktivierung der Sicherheitsfunktion

Bei Anwendungen in Flüssigkeiten:

- Gerät nach Abgleich verriegeln

3.3.2 Sicherheitsbezogenes Ausgangssignal

Das sicherheitsbezogene Signal des Geräts ist das Schaltsignal: 8/16 mA. Alle Sicherheitsmaßnahmen beziehen sich ausschließlich auf diesen Ausgang.



1 Maßseinheit: mA

A Sicherer Zustand

B Potentiell gefährlicher Bereich

1 Ausfallsignal unterer Strombereich (NE43)

2 Anforderung (nominal)

3 Zu garantierender Schaltbereich des Trennschaltverstärkers (12 ± 1 mA)

4 Gut-Zustand (nominal)

5 Ausfallsignal oberer Strombereich (NE43)

HINWEIS

Im Fehlerfall

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

3.3.3 Redundanter Verschaltung mehrerer Sensoren

Dieser Abschnitt gibt zusätzliche Hinweise bei der Verwendung von homogen redundanten Sensoren z.B. in einer Auswahlerschaltung 1oo2 oder 2oo3.

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:

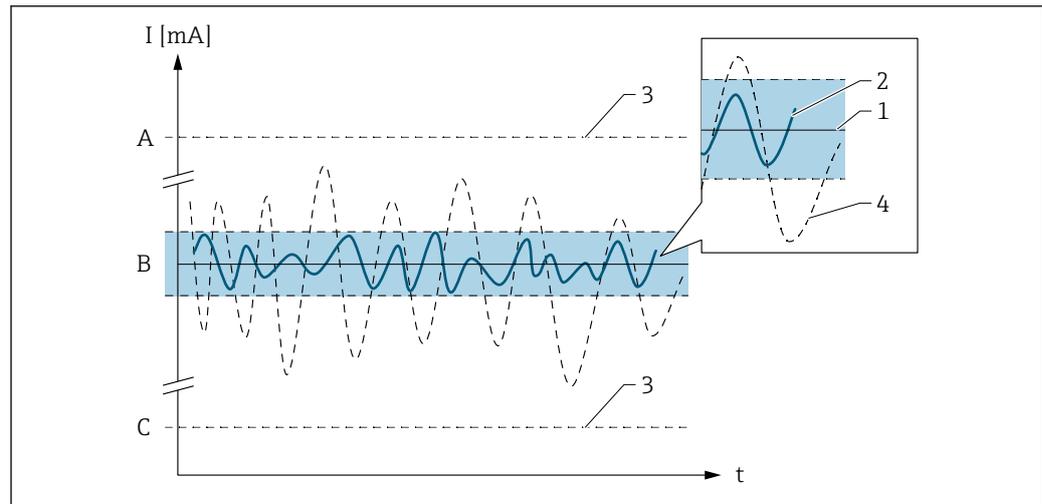
- β bei homogen redundantem Einsatz: 5 %
- β_D bei homogen redundantem Einsatz: 2 %

Die anlagenspezifische Betrachtung kann abhängig von der jeweiligen Installation und der Verwendung weiterer Komponenten andere Werte ergeben.

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



A0034924

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

λ_{DD} (Dangerous detected)

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

λ_{DU} (Dangerous undetected)

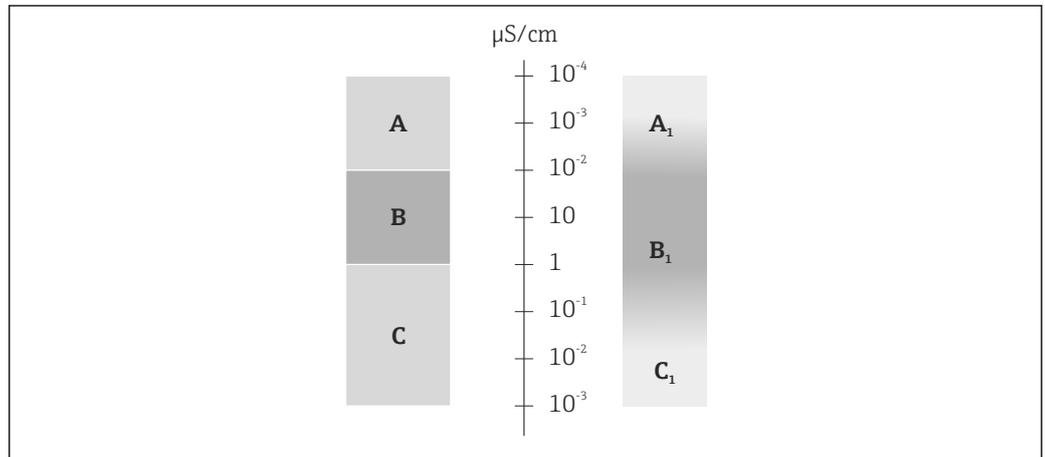
- Gefährlicher und nicht erkennbarer Ausfall
- Auswirkung auf das sicherheitsbezogene Ausgangssignal:
Aktueller Messwert wird ausgegeben (4) und die Messunsicherheit kann die festgelegte Sicherheitsmessabweichung überschreiten.

3.4.2 Einschränkungen für den sicherheitsbezogenen Einsatz

Zusätzlich gelten für den sicherheitsbezogenen Einsatz folgende Einschränkungen:

- Bei leitfähiger Ansatzbildung sind die Maßnahmen der Inbetriebnahme zu beachten
- Schwerer Ansatz (≥ 100 g/m) ist in Anwendungen mit Vibration/Schwingungen nicht zulässig
- Die Beständigkeit medienberührender Teile ist bezüglich Korrosion und Diffusion zu prüfen

- Nur Kompaktversionen zulässig
Separatversionen sind wegen der zusätzlichen Kabelkapazität nicht zulässig
- Übersicht der zulässigen Gerätetypen und Geräteausprägungen für die Messbetriebsarten MIN- oder MAX-Sicherheit
- Die relative Dielektrizitätskonstante ϵ_r (relative Permittivität) des Mediums muss $\geq 2,5$ betragen oder die Kapazitätsänderungen zwischen Leer- und Vollabgleich muss 10 pF betragen.



A0026321

2 Leitfähigkeit [$\mu\text{S/cm}$]

A Die Messgenauigkeit ist unabhängig von der Leitfähigkeit und dem ϵ_r

A₁ z.B.: Wasserbasierende Flüssigkeiten, wässrige Lösungen von Salzen, Säuren, Laugen, wässrige Dispersionen und Emulsionen, Abwässer, Elektrolyte, Getränke

B Die Messgenauigkeit ist abhängig vom ϵ_r und der Leitfähigkeit des Mediums. Messung nicht empfehlenswert, daher anderes Messprinzip wählen

B₁ z.B.: Kohlenwasserstoffe mit höherem Wassergehalt, demineralisiertes Wasser

C Die Messung ist abhängig vom ϵ_r

C₁ z.B.: Kohlenwasserstoff mit Wassergehalt unter 0,1 %, Benzine, Öle, Lösungsmittel

3.5 Gefährliche unerkannte Fehler in dieser Betrachtung

Als gefährlich unerkannter Fehler wird ein falsches Ausgangssignal betrachtet, das vom realen Messwert um mehr als 2 % abweicht, wobei das Ausgangssignal weiterhin bei 8 mA oder je nach Konfiguration bei 16 mA liegt.

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 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 Abgleich der Messstelle

Abgleich der Messstelle, siehe Betriebsanleitung.

4.5.2 Methoden der Parametrierung

Geräteparametrierung, siehe Betriebsanleitung.

1. Parametrierung gemäß Betriebsanleitung durchführen
2. Nach erfolgter Parametrierung Gerät in den SIL-Modus schalten
 - ↳ Gerät wird automatisch verriegelt
3. Nach jeder Neu-Parametrierung eine Wiederholungsprüfung durchführen

4.5.3 Entriegelung eines SIL-Geräts

Zur Entriegelung eines SIL-Geräts, siehe Betriebsanleitung.

5 Betrieb

5.1 Geräteverhalten beim Einschalten

Geräteverhalten beim Einschalten, siehe Betriebsanleitung.

5.2 Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion

Das Geräteverhalten bei Anforderung der Sicherheitsfunktion, siehe Betriebsanleitung.

5.3 Geräteverhalten bei Alarm und Warnungen

5.3.1 Fehlerstrom

Der Fehlerstrom ist fest auf einen Wert von $\leq 3,6$ mA eingestellt.

In einigen Fällen (z.B. Kurzschluss der Signalleitung), in denen der Fehlerstrom $\leq 3,6$ mA nicht eingestellt werden kann, wird das Ausfallsignal "oberer Strombereich (NE43)" ausgegeben.

5.4 Alarm-und Warnmeldungen

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

Zusätzlich zur Signalisierung einer Störung blinkt eine LED zyklisch rot.

 Diese Signalisierung ist eine zusätzliche Diagnoseinformation und nicht Teil des sicherheitsbezogenen Ausgangssignals.

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.

Übersicht der Wiederholungsprüfungen:

- Prüfablauf A: Anfahren des Füllstands im Originalbehälter
- Prüfablauf B: Ausbauen des Geräts und Eintauchen in ein Medium vergleichbarer Eigenschaften
- Prüfablauf C: Geräte-Selbsttest und Simulation des Füllstands. Für diese Sequenz ist keine Veränderung des Füllstands im Behälter erforderlich

Bei den Prüfabläufen folgendes beachten:

- Prüfablauf C ist für eine Inbetriebnahmeprüfung nicht zulässig!
- Die Überprüfung des Transmitters ohne Sensor kann mit einem entsprechenden Sensorsimulator (Widerstandsdekade, Referenzspannungsquelle, etc.) erfolgen
- Die Genauigkeit des eingesetzten Geräts muss der Spezifikation des Transmitters genügen
- Werden beide Eingangskanäle des Transmitters verwendet, so ist die Prüfung für den zweiten Sensor entsprechend zu wiederholen.
- Bei Verwendung einer kundenspezifischen Linearisierung (z.B. mittels CvD-Koeffizienten) ist eine Dreipunktkalibrierung durchzuführen. Zusätzlich sind die Obere Sensorgrenze und Untere Sensorgrenze zu überprüfen.

i Empfehlung: Sondenstab auf Verbiegung und sonstige Spuren massiver Krafteinwirkung überprüfen!

HINWEIS**Gewährleistung der Dichtfunktion des Geräts!**

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

6.1 Prüfablauf A

i Anfahren des Füllstands

6.1.1 MIN-Detektion

Vorbereitung

1. Geeignetes Gerät an Stromausgang anschließen (empfohlene Genauigkeit besser $\pm 0,1$ mA).
2. Feststellen der Grenzstanddetektion (siehe Betriebsanleitung).

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

- ▶ Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Der Strom muss zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand absenken, dass die Anforderung erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 7,5 ... 8,5 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand anheben, dass der Gut-Zustand erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

6.1.2 MAX-Detektion

Vorbereitung

1. Geeignetes Gerät an Stromausgang anschließen (empfohlene Genauigkeit besser $\pm 0,1$ mA).
2. Feststellen der Grenzstanddetektion (siehe Betriebsanleitung).

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

- ▶ Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Der Strom muss zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand anheben, dass die Anforderung erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 7,5 ... 8,5 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand absenken, dass der Gut-Zustand erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

6.2 Prüfablauf B

 Ausbauen und Eintauchen in ein Medium gleicher Leitfähigkeit bzw. Dielektrizitätskonstante

6.2.1 MIN-Detektion

Vorbereitung

1. Prüfbehälter mit Medium (Leitfähigkeit $\geq 100 \mu\text{S}/\text{cm}$) und geeigneter Gegenelektrode bereitstellen. Einbauhinweise, siehe Betriebsanleitung.
2. Gerät ausbauen und in Prüfbehälter montieren. Funktionserde anschließen!
3. Geeignetes Gerät an Stromausgang anschließen (empfohlene Genauigkeit besser $\pm 0,1 \text{ mA}$).
4. Feststellen der Grenzstanddetektion (siehe Betriebsanleitung).

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

1. Füllstand gegebenenfalls anheben, das der Gut-Zustand erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand anheben, dass die Anforderung erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 7,5 ... 8,5 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand absenken, dass der Gut-Zustand erwartet wird.
2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

6.2.2 MAX-Detektion

Vorbereitung

1. Prüfbehälter mit Medium (Leitfähigkeit $\geq 100 \mu\text{S}/\text{cm}$) und geeigneter Gegenelektrode bereitstellen. Einbauhinweise, siehe Betriebsanleitung.
2. Gerät ausbauen und in Prüfbehälter montieren. Funktionserde anschließen!
3. Geeignetes Gerät an Stromausgang anschließen (empfohlene Genauigkeit besser $\pm 0,1 \text{ mA}$).
4. Feststellen der Grenzstanddetektion (siehe Betriebsanleitung).

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

1. Füllstand gegebenenfalls absenken, das der Gut-Zustand erwartet wird.

2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.

- ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Füllstand anheben, dass die Anforderung erwartet wird.**2.** Strom an Klemme 1 kontrollieren

- ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 7,5 ... 8,5 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Füllstand absenken, dass der Gut-Zustand erwartet wird.**2.** Strom an Klemme 1 kontrollieren.

- ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

6.3 Prüfablauf C



MIN- und MAX-Detektion

Vorbereitung

1. Geeignetes Gerät an Stromausgang anschließen (empfohlene Genauigkeit besser $\pm 0,1$ mA).**2.** Feststellen der Grenzstanddetektion (MIN- oder MAX-Detektion, siehe Betriebsanleitung).

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 1

▶ Strom an Klemme 1 kontrollieren.

- ↳ Der Strom muss zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 2

1. Funktionsschalter auf Position 6 drehen.**2.** "-" und "+"-Taste für 2 s gleichzeitig drücken.

- ↳ Start der Wiederholungsprüfung wird durch Blinken der LED 5 signalisiert.

3. Strom an Klemme 1 kontrollieren.

- ↳ Nach 10 s (plus eine Reaktionszeit von ca. 10 s) muss der Strom zwischen 7,5 ... 8,5 mA liegen.

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

Ablauf der Wiederholungsprüfung, Schritt 3

1. Funktionsschalter zurück auf Position 1 drehen.

2. Strom an Klemme 1 kontrollieren.
 - ↳ Nach einer Reaktionszeit von ca. 0,3 ... 0,5 s muss der Strom zwischen 15,2 ... 16,8 mA liegen.

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

i Sondenstab und die elektrische Ankopplung der Sonde werden durch diesen Prüfablauf nicht geprüft. Proof Test Coverage von 35 % berücksichtigen.

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.

i 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.



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

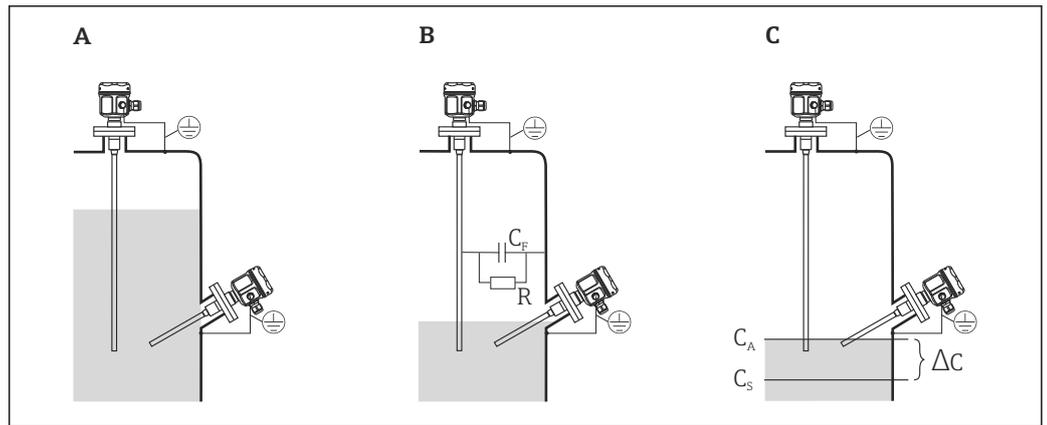


Gemäß der Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE) ist das Produkt mit dem abgebildeten Symbol gekennzeichnet, um die Entsorgung von WEEE als unsortierten Hausmüll zu minimieren. Gekennzeichnete Produkte nicht als unsortierter Hausmüll entsorgen, sondern zu den gültigen Bedingungen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

7.6 Batterieentsorgung

- Der Endnutzer ist zur Rückgabe gebrauchter Batterien in einigen Ländern gesetzlich verpflichtet
- Der Endnutzer kann Altbatterien bzw. die Elektronikbaugruppen, die diese Batterien enthalten, unentgeltlich an Endress+Hauser zurückgeben

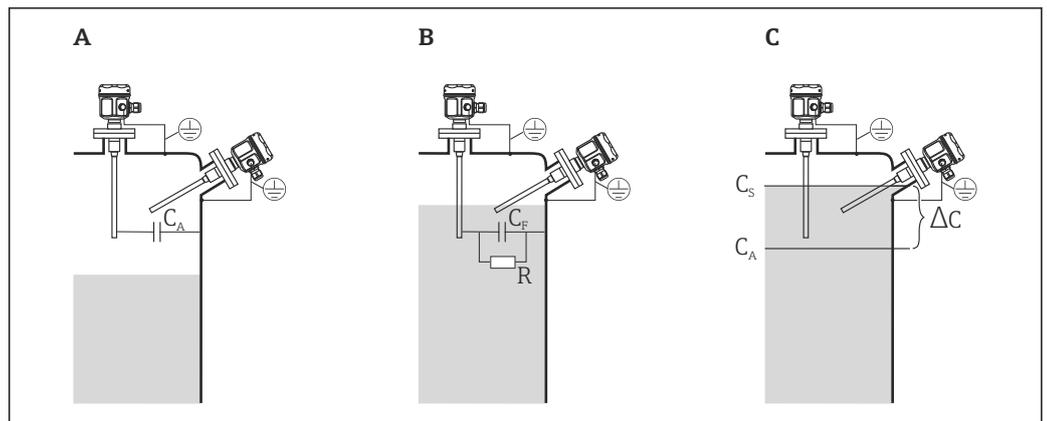
8.1.2 Beschreibung der Anwendung als Schutzeinrichtung



A0026319

▣ 4 Typische Messanordnung für Minimum- Grenzstanddetektion in Schutzeinrichtungen

- A Bedeckt
- B Bedeckt (Schaltpunkt noch nicht erreicht)
- C Frei (Schaltpunkt erreicht)
- R Leitfähigkeit des Schüttguts
- C_F Kapazität des Schüttguts
- C_A Anfangskapazität (Sonde bedeckt)
- C_S Schaltkapazität
- ΔC Kapazitätsänderung



A0026318

▣ 5 Typische Messanordnung für Maximum- Grenzstanddetektion in Schutzeinrichtungen

- A Frei
- B Bedeckt (Schaltpunkt noch nicht erreicht)
- C Bedeckt (Schaltpunkt erreicht)
- R Leitfähigkeit des Schüttguts
- C_F Kapazität des Schüttguts
- C_A Anfangskapazität (Sonde frei)
- C_S Schaltkapazität
- ΔC Kapazitätsänderung

8.1.3 Einbaubedingungen

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



Der sichere Betrieb des Gerätes setzt eine ordnungsgemäße Installation voraus.

8.1.4 Messfunktion

Das Prinzip der kapazitiven Grenzstanddetektion beruht auf der Änderung der Kapazität eines Kondensators durch die Bedeckung der Sonde mit Schüttgut oder Flüssigkeit. Sonde und Behälterwand (leitendes Material) bilden einen elektrischen Kondensator. Befindet sich die Sonde in Luft, wird eine bestimmte niedrige Anfangskapazität gemessen. Wird der Behälter befüllt, so steigt mit zunehmender Bedeckung der Sonde die Kapazität des Kondensators.

Der Grenzschalter schaltet, wenn die im Abgleich festgelegte Schaltkapazität:

- bei Minimum-Grenzstanddetektion unterschritten wird
- bei Maximum-Grenzstanddetektion überschritten wird

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 -

Geräteinformationen
Anlage
Messstellenkennzeichnung
Gerätename/Bestellcode
Seriennummer

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

Verifikationsergebnis	
Gesamtergebnis	
<input type="checkbox"/> Bestanden <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input checked="" type="checkbox"/>

Bemerkung

Datum

Unterschrift

Unterschrift Ausführender

8.2.2 Prüfprotokoll - Seite 2 -

Geräteinformationen
Anlage
Messstellenkennzeichnung
Gerätename/Bestellcode
Seriennummer

Art der Sicherheitsfunktion
<input type="checkbox"/> MIN-Detektion
<input type="checkbox"/> MAX-Detektion

Inbetriebnahmeparameter
Prüfmedium, ggf. Leitfähigkeit und Er
Messbereich [pF]
Schaltverzögerung [s]
Leer- / Vollabgleich
Schaltpunktverschiebung [pF]

Wiederholungsprüfung
<input type="checkbox"/> Prüfablauf A, MIN-Detektion
<input type="checkbox"/> Prüfablauf A, MAX-Detektion
<input type="checkbox"/> Prüfablauf B, MIN-Detektion
<input type="checkbox"/> Prüfablauf B, MIN-Detektion
<input type="checkbox"/> Prüfablauf C, Simulation durch Funktionsschalter "Selbsttest"

Klemme 1, Strom kontrollieren			
Prüfschritt	Sollwert	Istwert	Ergebnis
Schritt 1	15,2 ... 16,8 mA		<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
Schritt 2	7,5 ... 8,5 mA		<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden
Schritt 3	15,2 ... 16,8 mA		<input type="checkbox"/> Bestanden <input type="checkbox"/> Nicht bestanden <input type="checkbox"/> Nicht relevant

8.3 Versionshistorie

FY01073F ; Version 01.22

- Firmwareversion: 02.00.zz (zz: jede Doppelzahl)
- Hardwareversion: ab 02.00 (→ Gerätetypenschild)
- Änderungen: Zertifikat erneuert
- Vorgänger: SD00278F
Liquicap M FTI5 1/52, Solicap M FTI 55/56, Solicap S FTI77



www.addresses.endress.com
