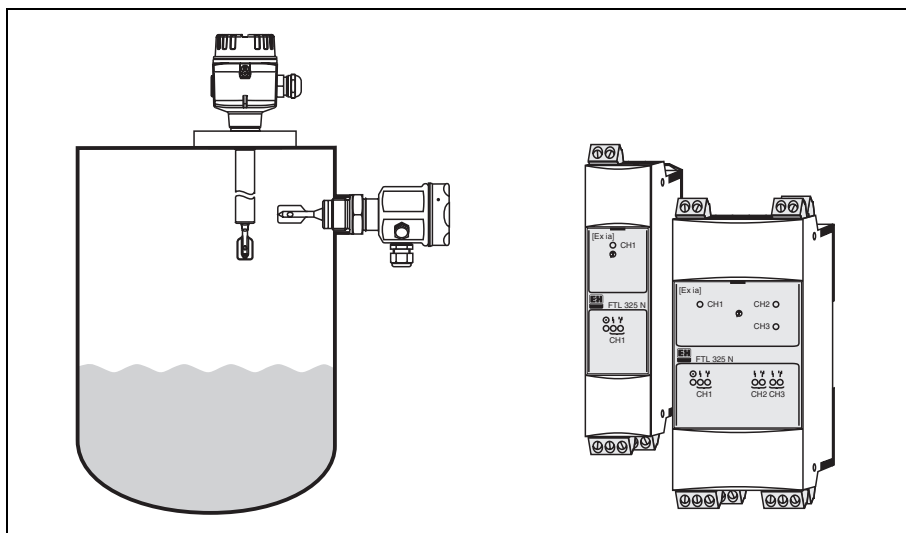


# Grenzstand-Messsystem *liquiphant M/S mit FEL 56 + nivotester FTL 325 N*

## Handbuch zur Funktionalen Sicherheit



### Anwendungsbereich

Überfüllsicherung bzw. betriebliche Maximumdetektion von Flüssigkeiten aller Art in Behältern, welche den besonderen Anforderungen der Sicherheitstechnik nach IEC 61508/IEC 61511-1 (FDIS) genügen sollen.

Die Messeinrichtung erfüllt die Anforderungen

- für Sicherheitsfunktionen bis SIL 2
- an Explosionsschutz durch Eigensicherheit oder druckfeste Kapselung
- an elektromagnetische Verträglichkeit nach EN 61326 und NAMUR-Empfehlung NE 21.

### Ihre Vorteile

- Für Überfüllsicherungen bis SIL 2 – unabhängig beurteilt (Functional Assessment) durch *exida.com* nach IEC 61508/IEC 61511-1 (FDIS)
- Störmeldung für Leitungsbruch und Kurzschluss
- Funktionsprüfung der Folgegeräte per Tastendruck
- Überwachung auf Korrosion an der Schwinggabel des Messaufnehmers
- keinerlei Abgleich
- Fremd vibrationssicher
- einfache Inbetriebnahme

Endress + Hauser

The Power of Know How



# Inhaltsverzeichnis

<b>SIL Konformitätserklärung</b> .....	<b>3</b>
<b>Allgemeines</b> .....	<b>4</b>
Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion) .....	4
Aufbau des Messsystems mit Liquiphant M/S (FEL 56) und Nivotester FTL 325 N .....	5
<b>Einstellungen und Installationshinweise</b> .....	<b>7</b>
Installationshinweise .....	7
<b>Verhalten im Betrieb und bei Störung</b> .....	<b>8</b>
.....	8
<b>Wiederkehrende Prüfung des Messsystems</b> .....	<b>8</b>
.....	8
<b>Anhang</b> .....	<b>9</b>
Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Liquiphant M/S (FEL 56) + Nivotester FTL 325 N .....	9
<b>Exida Management Summary</b> .....	<b>15</b>
Ergänzende Dokumentation .....	17

# SIL Konformitätserklärung

SIL-03009b/00/a2

## SIL Konformitätserklärung SIL Declaration of Conformity

**Funktionale Sicherheit nach IEC 61508/IEC 61511  
Functional safety according to IEC 61508/IEC 61511**

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

erklärt als Hersteller, dass der Füllstandgrenzschalter für Flüssigkeiten  
declares as manufacturer, that the level limit switch for liquids



**Liquiphant M/S FTL5.-, FTL5.H-, FTL51C-, FTL7.-  
+Electronic insert FEL56 + Nivotester FTL325N**

für den Einsatz in Schutzeinrichtungen entsprechend der IEC 61511-1 geeignet ist,  
wenn die Sicherheitshinweise und nachfolgende Parameter beachtet werden:  
is suitable for the use in safety-instrumented systems according to IEC 61511-1, if the  
safety instructions and following parameters are observed:

Product	Liquiphant M/S +FEL56	Liquiphant M/S +FEL56 +Nivotester FTL325N
Schutzfunktion/Safety Function	Überfüllsicherung/overflow protection	
SIL	2	
Prüfintervall/Proof test interval	≤ 1 Jahr/year	
Gerätetyp/Device Type	B	
HFT <sup>1)</sup>	0 (einkanalige Verwendung/single channel use)	
SFF	> 81 %	> 89 %
PFD <sub>av</sub> <sup>2)</sup>	< 0,03x10 <sup>-2</sup>	< 0,04x10 <sup>-2</sup>
λ <sub>du</sub>	66 FIT	< 97 FIT
λ <sub>dd</sub>	4,6 FIT	< 4,6 FIT
λ <sub>su</sub>	204 FIT	< 643 FIT
λ <sub>sd</sub>	73 FIT	72,9 FIT
MTBF <sub>tot</sub> <sup>3)</sup>	324 Jahre/years	> 130 Jahre/years

<sup>1)</sup> gemäß Absatz/according to clause 11.4.4 of IEC 61511-1

<sup>2)</sup> die Werte entsprechen SIL 2 nach ISA S84.01/ the values comply with SIL2 according to ISA S84.01.

<sup>3)</sup> gemäß Siemens SN29500, einschließlich Fehlern, die außerhalb der Sicherheitsfunktion liegen  
according to Siemens SN29500, including faults outside the safety function

Das Gerät einschließlich Software und Änderungsprozess wurde auf Basis der  
Betriebsbewährung bewertet.

The device including the software and the modification process was assessed on the  
basis of prior use.

Maulburg, 05.09.2003

Endress+Hauser GmbH+Co. KG

i.V.  
Leiter Zertifizierung  
Manager Certification

i.V.  
Projektleiter  
Projectmanager

**Endress + Hauser**

The Power of Know How



## Allgemeines

### Allgemeine Darstellung eines Sicherheitssystems (Schutzfunktion)

### Auslegungstabellen zur Bestimmung des Safety Integrity Levels (SIL)

Mit den nachfolgenden Tabellen wird der erreichbare SIL bzw. die Anforderungen bezüglich der "Durchschnittlichen gefährlichen Versagenswahrscheinlichkeit bei Anforderung" ( $PFD_{av}$ ), der "Hardware Fehlertoleranz" (HFT) und dem "Wahrscheinlichkeitsanteil sicherheitsgerichteter Fehler" (SFF) an das Sicherheitssystem bestimmt. Die spezifischen Werte für das Messsystem Liquiphant M/S (FEL 56) + Nivotester FTL 325 N finden Sie in den Tabellen im Anhang.

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

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

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

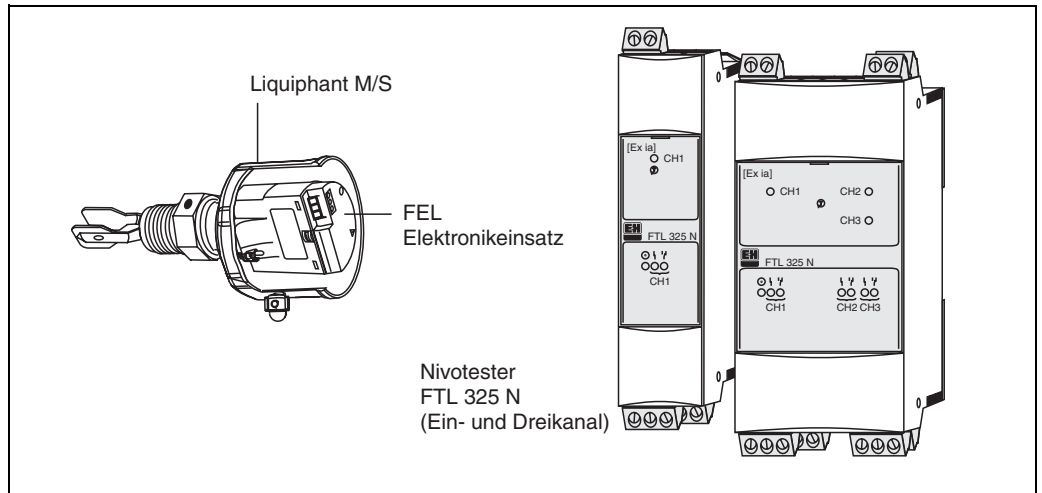
SFF	HFT		
	0	1 (0) <sup>1</sup>	2 (1) <sup>1</sup>
< 60 %	not allowed	SIL 1	SIL 2
60 % ... < 90 %	SIL 1	<b>SIL 2</b>	SIL 3
90 % ... < 99 %	SIL 2	SIL 3	
$\geq 99$ %	SIL 3		

- 1) Nach IEC 61511-1 (FDIS) (Kapitel 11.4.4) kann die HFT um eins reduziert werden (Werte in Klammern) wenn die eingesetzten Geräte folgende Bedingungen erfüllen:
- das Gerät ist betriebsbewährt,
  - es können am Gerät nur prozessrelevante Parameter geändert werden (z.B. Messbereich, ... ),
  - die Veränderung der prozessrelevanten Parameter ist geschützt (z.B. Passwort, Jumper, ... ),
  - die Sicherheitsfunktion erfordert weniger als SIL 4.
- Alle Bedingungen treffen für den Liquiphant M/S (FEL 56) + Nivotester FTL 325 N zu.

**Aufbau des Messsystems mit Liquiphant M/S (FEL 56) und Nivotester FTL 325 N**

**Grenzstand-Messsystem**

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



L00-FTL325Nx-16-06-xx-de-000

**Sicherheitsfunktion**

Die Sicherheitsfunktion gilt für alle Einstellungen in MAX-Sicherheit (Überwachung des Bedeckzustandes) und Verwendung der Schließkontakte der Füllstandrelais.

Für die Sicherheitsfunktion sind folgende Einstellungen zugelassen:

Gerät	Einstellung	Auslieferungszustand
Liquiphant	Dichteschalter-Stellung: 0,5	Dichteschalter-Stellung: 0,7
	Dichteschalter-Stellung: 0,7	
Nivotester FTL 325 N-#3#3	Sicherheitsschaltung "MAX"	Sicherheitsschaltung "MAX"
	Fehlerstromsignal > 2,1 mA	Fehlerstromsignal > 2,1 mA
	Alle Einstellungen <b>außer</b> "ΔS-Funktion" (siehe Kapitel Einstellungen und Installationshinweise)	Dreikanalbetrieb
Nivotester FTL 325 N-#1#1	Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss-, und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen.	Schalter für Störung "EIN"
	Fehlerstromsignal > 2,1 mA	Fehlerstromsignal > 2,1 mA
	Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss-, und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen.	Einkanalbetrieb

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

- der Schaltepunkt überschritten wird (Füllstand übersteigt die Ansprechhöhe)
- eine Störung eintritt
- die Netzspannung ausfällt

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

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



Hinweis!

Mit dem Störmelderelais fällt immer auch das Füllstandrelais ab.

### Zulässige Kombinationen des Nivotesters FTL 325 N mit dem Liquiphant M/S (FEL 56) für die Sicherheitsfunktion

Folgende Kombinationen sind für das Messsystem zulässig:

Nivotester		Liquiphant M + (FEL 56)	Liquiphant S + (FEL 56)
Einkanal-Gerät	Dreikanal-Gerät		
FTL 325 N-H###	FTL 325 N-H###	FTL 50-#####6###*	FTL 70-#####6###*
FTL 325 N-P###	FTL 325 N-P###	FTL 51-#####6###*	FTL 71-#####6###*
FTL 325 N-T###	FTL 325 N-T###	FTL 50 H-#####6###*	
FTL 325 N-W###	FTL 325 N-W###	FTL 51 H-#####6###*	
		FTL 51 C-#####6###*	

Zulässige Gerätetypen (# = alle Geräteausprägungen zulässig); \* 6 = FEL 56

### Angaben für die Sicherheitsfunktion

Die **verbindlichen Einstellungen** und Angaben für die Sicherheitsfunktion gehen aus dem Anhang (Seite 9) hervor.

Die Reaktionszeit des Messsystems beträgt  $\leq 0,9$  s.



Hinweis!

MTTR wird mit 8 Stunden angesetzt.

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

### Mitgeltende Gerätedokumentation

Für das Messsystem müssen folgende Dokumentationen vorhanden sein:

	Technische Information	Betriebsanleitung
<b>Nivotester FTL 325 N</b>	Für alle Gerätetypen: TI 353F	Einkanal-Gerät FTL 325 N-#1#1: KA 170F
		Dreikanal-Gerät FTL 325 N-#3#3: KA 171F
<b>Liquiphant M</b>	Typen FTL 50, FTL 51, FTL 50 H, FTL 51 H: TI 328F	Typen FTL 50, FTL 51: KA 143F
		Typen FTL 50, FTL 51: KA 163F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
		Typen FTL 50 H, FTL 51 H: KA 144F
		Typen FTL 50 H, FTL 51 H: KA 164F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
	Typ FTL 51 C: TI 347F	Typ FTL 51 C: KA 162F
		Typ FTL 51 C: KA 165F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
<b>Liquiphant S</b>	Für alle Gerätetypen: TI 354F	Typen FTL 70, FTL 71: KA 172F
		Typen FTL 70, FTL 71: KA 173F (mit Alu-Gehäuse/separatem Anschlussraum)
<b>Relevanter Inhalt</b>	Anschlusswerte, Installationshinweise	Einstellung, Konfiguration, Hinweise, Funktionstests

## Einstellungen und Installationshinweise

### Installationshinweise

Die Hinweise zur korrekten Installation des Liquiphant M/S (FEL 56) + Nivotester FTL 325 N sind der Kompaktanleitung (KA) zu entnehmen.

Da die Anwendungsbedingungen Einfluss auf die Sicherheit der Messung haben, sind die entsprechenden Hinweise in der Technischen Information (TI) und Kompaktanleitung (KA) zu beachten.

Die Umgebungsbedingungen für den Nivotester FTL 325 N müssen der Schutzklasse IP54 (gemäß EN 60529) entsprechen.

Die Anleitungen zu den Einstellungen der Geräte finden Sie in den folgenden Dokumentationen:

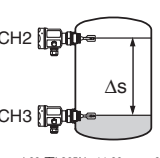
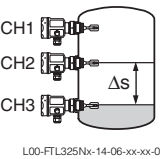
Gerät	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation:
Liquiphant M/S (FEL 56)	KA 143F, KA 163F, KA 144F, KA 164F, KA 162F, KA 165F, KA 172F, KA 173F, *
Nivotester FTL 325 N-#1#1	KA 170F
Nivotester FTL 325 N-#3#3	KA 171F

(\* abhängig vom Typ, siehe Tabelle: Mitgeltende Gerätedokumentation, Seite 6)

### Einstellungen Liquiphant M/S (FEL 56):

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

Einstellungen Nivotester FTL 325 N-#3#3 (Dreikanal-Version):

Einstellung	Beschreibung	Achtung!
 <small>L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-008</small>	Kanal 2+3 in Delta-S-Funktion	DIESE EINSTELLUNG IST NICHT FÜR DIE SICHERHEITSFUNKTION ZUGELASSEN
 <small>L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-009</small>	Kanal 1 unabhängig	Kanal 1 ist für die Sicherheitsfunktion zugelassen Der DIL-Schalter zur Störungsmeldung (Kurzschluss- und Leitungsbruch-Überwachung) ist in Position EIN/ON zu stellen.
	Kanal 2+3 in Delta-S-Funktion	KANAL 2 UND 3 SIND IN DIESER EINSTELLUNG NICHT FÜR DIE SICHERHEITSFUNKTION ZUGELASSEN



Achtung!

Für den Nivotester FTL 325 N-#### ist folgendes zu beachten: Durch geeignete Maßnahmen (z.B. Strombegrenzer, Sicherung) muss der Betreiber sicherstellen, dass die zulässigen Kontaktkennwerte der Relais von:

- U ≤ 253 V AC 50/60 Hz, I ≤ 2 A, P ≤ 500 VA bei cos φ ≥ 0,7 bzw.
- U ≤ 40 V DC, I ≤ 2 A, P ≤ 80 W

nicht überschritten werden.



Achtung!

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

## Verhalten im Betrieb und bei Störung

Das Verhalten im Betrieb und bei Störung wird in den folgenden Dokumentationen beschrieben.

Gerät	Beschreibung der Einstellung in Dokumentation:
Liquiphant M/S (FEL 56)	KA 143F, KA 163F, KA 144F, KA 164F, KA 162F, KA 165F, KA 172F, KA 173F, *
Nivotester FTL 325 N-#1#1	KA 170F
Nivotester FTL 325 N-#3#3	KA 171F

(\* abhängig vom Typ, siehe Tabelle: Mitgeltende Gerätedokumentation, Seite 6)

## Wiederkehrende Prüfung des Messsystems

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

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Überfüllsicherung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Dies ist bei einem Anfahren der Ansprechhöhe im Rahmen einer Befüllung gewährleistet. Wenn eine Befüllung bis zur Ansprechhöhe nicht praktikabel ist, so ist der Standaufnehmer durch geeignete Simulation des Füllstandes oder des physikalischen Messeffekts zum Ansprechen zu bringen. Falls die Funktionsfähigkeit des Standaufnehmers/Messumformers anderweitig erkennbar ist (Ausschluss funktionshemmender Fehler), kann die Prüfung auch durch Simulieren des entsprechenden Ausgangssignals durchgeführt werden.

Bei der Wiederkehrenden Prüfung ist jede zulässige Einstellung zu prüfen, insbesondere, ob alle Störmeldesalter auf ON stehen.



Achtung!

Für den Funktionstest sind folgende Punkte zu beachten:

- Jeder einzelne Kanal ist z.B. durch Anfahren des Füllstandes zu prüfen.
- Das Schalten der Relaiskontakte kann z.B. mit Handmultimeter an den Klemmen oder durch beobachten der nachfolgenden Überfüllsicherungsteile (z.B. Hupe, Stellglied) geprüft werden.
- Bei mehrkanaligen Geräten müssen alle Kanäle, die keine Sicherheitsfunktion ausführen, in die Wiederkehrende Prüfung miteinbezogen werden, wenn eine fehlerhafte Funktion nicht anderweitig erkannt werden kann.
- Als positives Prüfergebnis muss eine Bedeckung der Schwinggabel erkannt werden und zum Alarm der Überfüllsicherung führen.
- **Wenn bei der Wiederkehrenden Prüfung eine Gabelbedeckung nicht erkannt wird, muss der überwachte Prozess durch zusätzliche oder andere Maßnahmen in einen sicheren Zustand gebracht und/oder im sicheren Zustand gehalten werden, bis eine Instandsetzung des Sicherheitssystems erfolgt ist.**



## Anhang

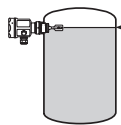
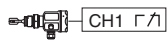
**Spezifische Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem Liquiphant M/S (FEL 56) + Nivotester FTL 325 N**

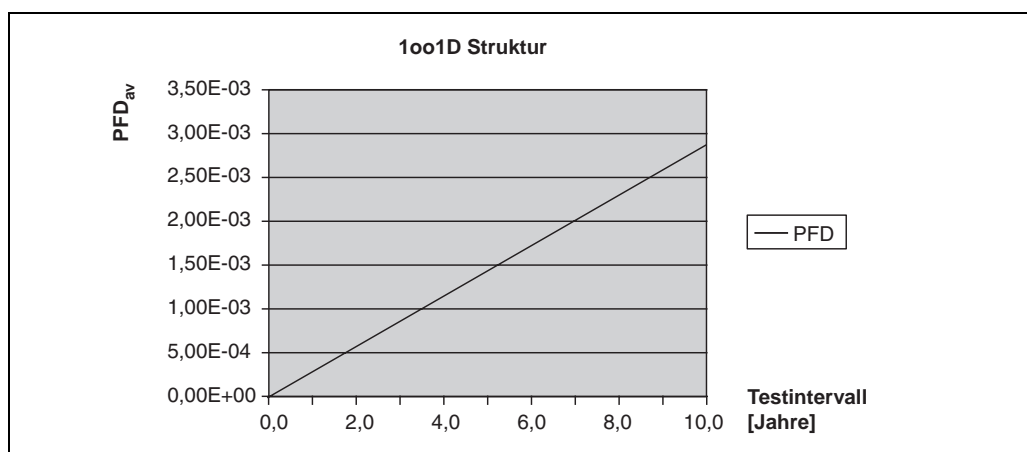
Die Tabellen zeigen die spezifischen Werte und Verschaltungsarten für das Messsystem.

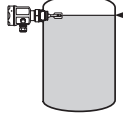

Hinweis!

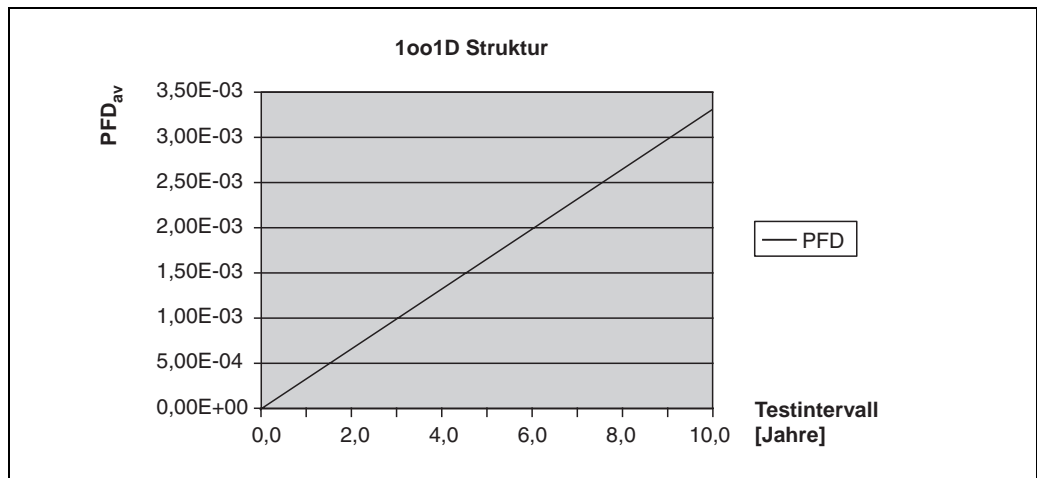
Zu den nachfolgenden Tabellen sind folgende Punkte zu beachten:

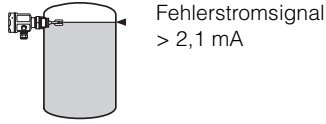
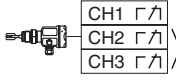
- Die Werte  $PFD_{av}$  beinhalten bei mehrkanaligen Systemen bereits Common Cause-Fehler für die jeweilige Verschaltung.
- Die Werte  $PFD_{av}$  gelten nur für die jeweils zugehörige Verschaltung. Andere, als die im Anhang dargestellten Verschaltungen, wurden nicht bewertet und haben daher keine sicherheitsrelevante Aussage.  
Insbesondere die Verwendung der Öffnerkontakte an Stelle der Schließerkontakte bedarf einer erweiterten Betrachtung der Installationsmittel.
- Die Verschaltung zeigt die Anzahl der Geräte (Liquiphant und Nivotester) und die Schaltung der Kontakte der Grenzstandrelais (öffnen, wenn Sensor bedeckt meldet).
- Für jeden Kanal, der eine Sicherheitsfunktion ausführt, ist die Störmeldung (Leitungsbruch/ Kurzschluss) einzuschalten.
- Bei mehreren Geräten in einer Verschaltung, weisen alle die gleichen gezeigten Einstellungen auf.

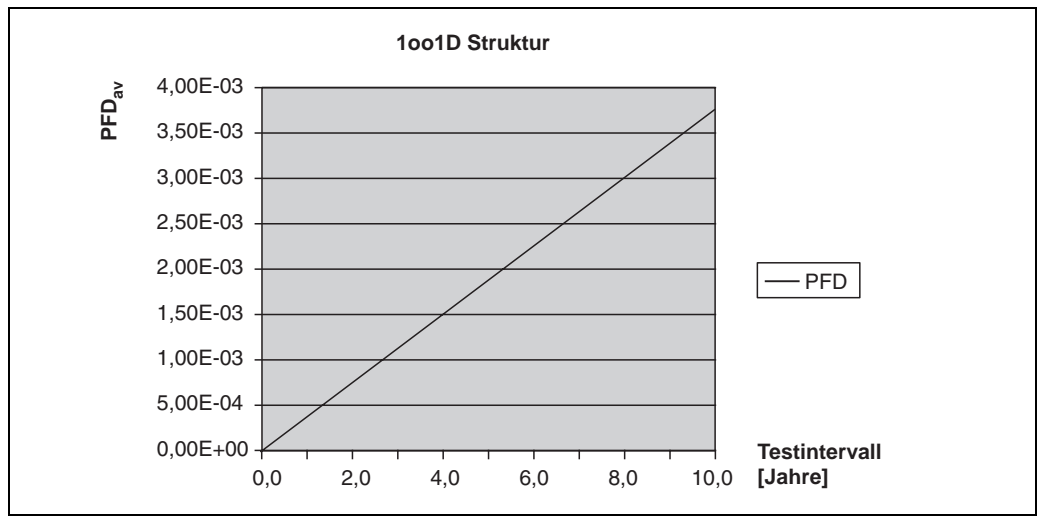
Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 1)	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Bewerteter NAMUR-Transmitter</b>	 <p>Fehlerstromsignal &gt; 2,1 mA</p> <p><small>L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-010</small></p>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	81,1 %
$PFD_{av}^{**}$	$2,9 \times 10^{-4}$
Verschaltung	 <p><small>L00-FTL325Nx-04-06-xx-xx-006</small></p> <p>Die sicherheitstechnischen Parameter des NAMUR-Transmitters sind bei dem entsprechenden Hersteller anzufragen.</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

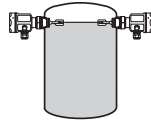
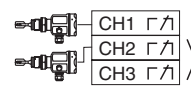


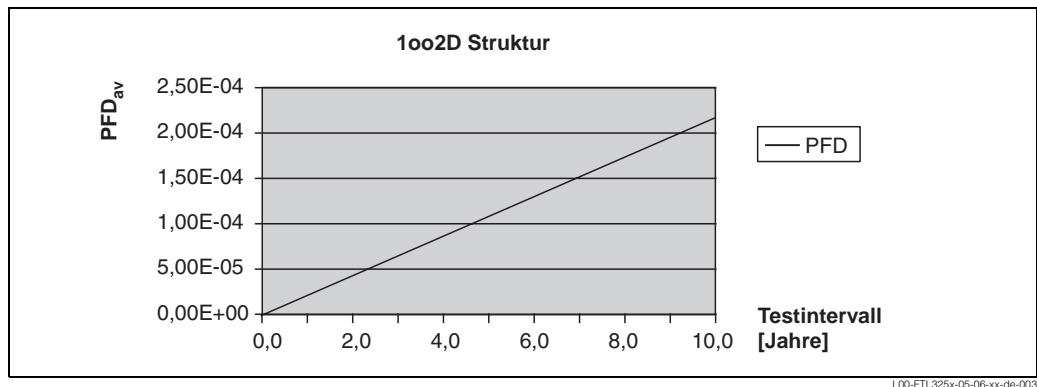
<b>Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 2)</b>	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Nivotester FTL 325 N-#1#1</b> Einstellungen (Einkanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal &gt; 2,1 mA</p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-010</p>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	89,3 %
PFD <sub>av</sub> **	$3,3 \times 10^{-4}$
Verschaltung	 <p>CH1: <math>\Gamma/1</math></p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-04-06-xx-xx-001</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

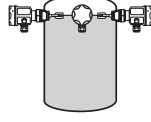



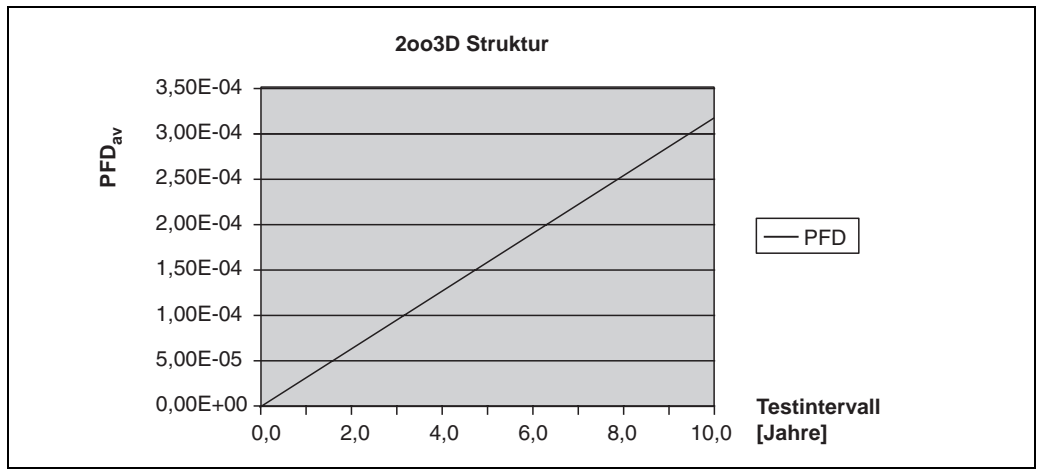
<b>Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 3)</b>	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Nivotester FTL 325 N-#3#3</b> Einstellungen (Dreikanal-Gerät)	 <small>L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-010</small>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	88,9 %
PFD <sub>av</sub> **	$3,8 \times 10^{-4}$
Verschaltung	 CH2 bzw. CH3: <small>L00-FTL325Nx-04-06-xx-xx-de-002</small>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich

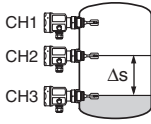
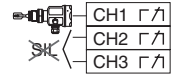



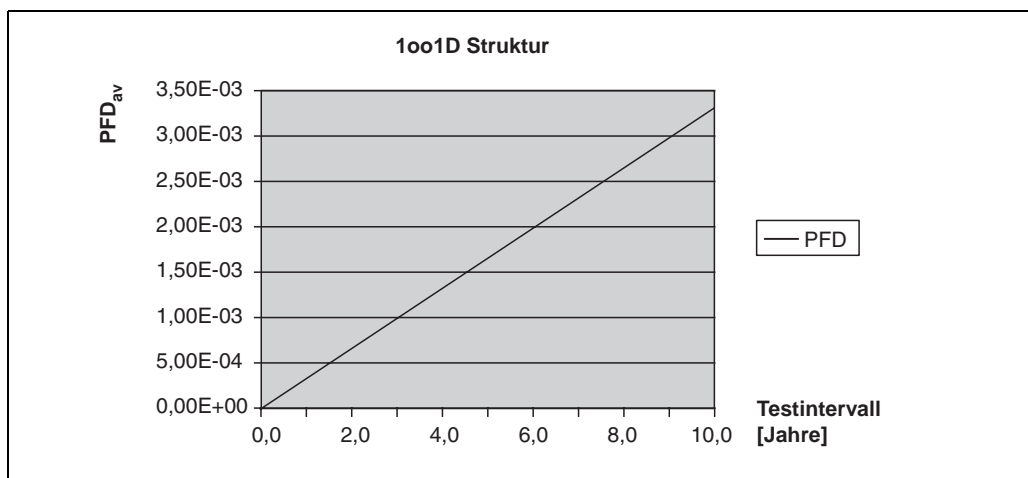
<b>Auswahlschaltung: 1oo2 (CONF 4)</b>	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Nivotester FTL 325 N-#3#3</b> Einstellungen (Dreikanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal &gt; 2,1 mA</p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-011</p>
SIL	SIL 2
HFT	1
SFF	88,9 %
PFD <sub>av</sub> **	1,9 x 10 <sup>-5</sup>
Verschaltung	 <p>CH1 Γ/1 CH2 Γ/1 CH3 Γ/1</p> <p>CH1 + CH2 bzw. CH1 + CH3:</p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-04-06-xx-de-004</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



<b>Auswahlschaltung: 2oo3 (CONF 5)</b>	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Nivotester FTL 325 N-#3#3</b> Einstellungen (Dreikanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal &gt; 2,1 mA</p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-012</p>
SIL	SIL 2
HFT	1
SFF	88,1 %
PFD <sub>av</sub> **	$2,2 \times 10^{-5}$
Verschaltung	 <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-04-06-xx-xx-005</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



<b>Auswahlschaltung: 1oo1 (CONF 6)</b>	
<b>Liquiphant (FEL 56)</b> Einstellungen	1) Dichte 0,7 / 0,5 2) MAX-Sicherheit
<b>Nivotester FTL 325 N-#3#3</b> Einstellungen (Dreikanal-Gerät)	 <p>Fehlerstromsignal &gt; 2,1 mA</p> <p style="font-size: small;">L00-FTL325Nx-14-06-xx-xx-009</p>
SIL	SIL 2
HFT	0
SFF	89,3 %
PFD <sub>av</sub> **	$3,3 \times 10^{-4}$
Verschaltung	 <p>CH1: </p> <p style="font-size: x-small;">L00-FTL325Nx-04-06-xx-xx-003</p>
Wiederkehrende Prüfung z.B. Anfahren des Füllstandes	** TI (Testintervall) = jährlich



# Exida Management Summary



## Management summary

This report summarizes the results of the hardware assessment with proven-in-use consideration according to IEC 61508 / FDIS IEC 61511 carried out on Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 56 with software version V1.0 and Nivotester FTL325N for applications with MAX detection. Table 1 gives an overview of the different configurations which have been assessed.

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

Table 1: Configuration overview

	Configurations
[CONF 1]	FEL 56
[CONF 2]	FEL 56 with Nivotester FTL325N as single channel device
[CONF 3]	FEL 56 with Nivotester FTL325N as three channel device in single channel mode with two output relays in parallel
[CONF 4]	FEL 56 with Nivotester FTL325N as three channel device in dual channel mode with one channel having two output relays in parallel
[CONF 5]	FEL 56 with Nivotester FTL325N as three channel device in three channel mode
[CONF 6]	FEL 56 with Nivotester FTL325N as three channel device in single channel mode

The failure rates used in this analysis are based on the Siemens standard SN 29500. According to table 2 of IEC 61508-1 the average PFD for systems operating in low demand mode has to be  $\geq 10^{-7}$  to  $< 10^{-2}$  for SIL 2 safety functions. A generally accepted distribution of PFD<sub>AVG</sub> values of a SIF over the sensor part, logic solver part, and final element part assumes that 35% of the total SIF PFD<sub>AVG</sub> value is caused by the sensor part. For a SIL 2 application the total PFD<sub>AVG</sub> value of the SIF should be smaller than 1,00E-02, hence the maximum allowable PFD<sub>AVG</sub> value for the sensor part would then be 3,50E-03.

Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 56 is considered to be a Type B' component having a hardware fault tolerance of 0. Nivotester FTL325N is considered to be a Type A' component. In the following both sub-systems are considered to be Type B components for simplification reasons and as a worst-case assumption.

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

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

As Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 56 and Nivotester FTL325N are supposed to be proven-in-use devices, an assessment of the hardware with additional proven-in-use demonstration for the device and its software was carried out. Therefore according to the requirements of IEC 61511-1 FDIS Ed. 1 27-09-02 section 11.4.4 and the assessment described in section 5.1 a hardware fault tolerance of 0 is sufficient for SIL 2 (sub-) systems being Type B components and having a SFF of 60% to < 90%.

Type B component: "Complex" component (using micro controllers or programmable logic); for details see 7.4.3.1.3 of IEC 61508-2.  
 Type A component: "Non-complex" component (all failure modes are well defined); for details see 7.4.3.1.2 of IEC 61508-2.

© exida.com GmbH  
 Stephan Aschenbrenner  
 e+h 02/6-16 011 v1 r1.0, April 7, 2003  
 Page 2 of 34

L00-FTL325Nx-01-06-xx-en-004



excellence in dependable automation

## FMECA and Proven-in-use Assessment

Project:  
 Level limit switch Liquiphant M/S  
 with NAMUR output FEL 56 and Nivotester FTL325N  
 Applications with level limit detection in liquids (MAX detection)

Customer:  
**Endress+Hauser GmbH+Co.KG**  
 Maulburg  
 Germany

Contract No.: E+H 02/6-18  
 Report No.: E+H 02/6-18 R011  
 Version V1, Revision R1.0, April 2003  
 Stephan Aschenbrenner

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

L00-FTL325Nx-01-06-xx-en-003



Table 6: Summary for [CONF 5]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 2,23E-05	PFDAvg = 1,32E-04	PFDAvg = 3,18E-04	> 88 %

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 6,43E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 9,72E-08$  1/h

Table 7: Summary for [CONF 6]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 3,29E-04	PFDAvg = 1,65E-03	PFDAvg = 3,29E-03	> 89 %

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 5,49E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 7,52E-08$  1/h

The boxes marked in yellow (□) mean that the calculated PFDAvg values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 but do not fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3.5E-03. The boxes marked in green (□) mean that the calculated PFDAvg values are within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and do fulfill the requirement to not claim more than 35% of this range, i.e. to be better than or equal to 3,50E-03.

The functional assessment according to IEC 61508 has shown that Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 56 and Nivotester FTL325N has a PFDAvg within the allowed range for SIL 2 according to table 2 of IEC 61508-1 and table 3.1 of ANSI/ISA-84.01-1996 and a Safe Failure Fraction (SFF) of > 88%. Based on the verification of "prior use" they can be used as a single device for SIL 2 Safety Functions in terms of IEC 61511-1 FDIS Ed.1 27-09-02.

A user of Liquiphant M/S with NAMUR output FEL 56 and Nivotester FTL325N can utilize these failure rates in a probabilistic model of a safety instrumented function (SIF) to determine suitability in part for safety instrumented system (SIS) usage in a particular safety integrity level (SIL). A full table of failure rates for different operating conditions is presented in section 5.2 to 5.7 along with all assumptions.



Table 2: Summary for [CONF 1]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 2,87E-04	PFDAvg = 1,44E-03	PFDAvg = 2,87E-03	> 81 %

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 2,04E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 6,56E-08$  1/h

Table 3: Summary for [CONF 2]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 3,29E-04	PFDAvg = 1,65E-03	PFDAvg = 3,29E-03	> 89 %

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 5,49E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 7,52E-08$  1/h

Table 4: Summary for [CONF 3]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 3,76E-04	PFDAvg = 1,88E-03	PFDAvg = 3,74E-03	> 88 %

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 6,07E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 8,58E-08$  1/h

Table 5: Summary for [CONF 4]

T[Proof] = 1 year	T[Proof] = 5 years	T[Proof] = 10 years	SFF
PFDAvg = 1,91E-05	PFDAvg = 1,00E-04	PFDAvg = 2,14E-04	> 88 %

Leg 1 (consisting of [CONF 2]):

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 5,49E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 7,52E-08$  1/h

Leg 2 (consisting of [CONF 3]):

$\lambda_{sd} = 7,29E-08$  1/h  
 $\lambda_{su} = 6,07E-07$  1/h  
 $\lambda_{dd} = 4,59E-09$  1/h  
 $\lambda_{du} = 8,58E-08$  1/h



**Ergänzende  
Dokumentation**

Funktionale Sicherheit in der Prozess-Instrumentierung zur Risikoreduzierung  
PK 002Z/11





**Deutschland**

**Vertrieb:**

- Beratung
- Information
- Auftrag
- Bestellung

Telefon:  
0 800 EHVERTRIEB  
0 800 3 48 37 87  
E-Mail:  
info@de.endress.com

**Service:**

- Help-Desk
- Feldservice
- Ersatzteile/Reparatur
- Kalibrierung

Telefon:  
0 800 EHSERVICE  
0 800 3 47 37 84  
E-Mail:  
service@de.endress.com

**Endress+Hauser**

Messtechnik  
GmbH+Co. KG  
Colmarer Straße 6  
D-79576 Weil am Rhein

Telefax:  
0 800 EHFAXEN  
0 800 3 43 29 36

**Internet:** www.de.endress.com

**Technische Büros in:** Hamburg · Hannover · Ratingen · Frankfurt · Stuttgart · München · Teltow

08.02

**Österreich**

**Endress+Hauser**

Messtechnik Ges.m.b.H.  
Lehnergasse 4

A-1230 Wien  
Tel. (01) 8 80 56-0  
Fax (01) 8 80 56-335  
E-Mail:  
info@at.endress.com

**Internet:**  
www.at.endress.com

**Schweiz**

**Endress+Hauser**

Metso AG  
Sternenhofstraße 21

CH-4153 Reinach/BL1  
Tel. (0 61) 7 15 75 75  
Fax (0 61) 7 11 16 50  
E-Mail:  
info@ch.endress.com

**Internet:**  
www.ch.endress.com

**Endress + Hauser**

The Power of Know How



52018937