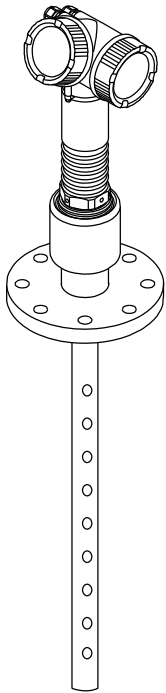


# Projektierungshinweise zur Dampfkesselzulassung **Levelflex FMP54**

Geführtes Füllstand-Radar als Begrenzung-  
einrichtung für Niedrigwasser und Hochwasser



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>Allgemeines</b> .....	<b>3</b>
Mitgeltende Gerätedokumentationen .....	3
<b>Verschaltungsoptionen</b> .....	<b>3</b>
Typische Verschaltungsbeispiele .....	4
Auswahlschaltung 1002 .....	4
Auswahlschaltung 2003 .....	5
<b>Anwendungsbeispiel</b> .....	<b>6</b>
Funktion .....	6
Auswahl der Verschaltung .....	6
Einbausituation .....	6
Messbereich und Schaltpunkte .....	7
Abgleich FMP54 .....	8
Inbetriebnahme .....	8
Wiederholungsprüfung .....	8

## Allgemeines

### Mitgeltende Gerätedokumentationen

Dokumentation	Inhalt	Bemerkung
SD00349F	Levelflex FMP54 – Geführtes Füllstand-Radar als Begrenzungseinrichtung für Niedrigwasser und Hochwasser	Sicherheitshinweise zur Dampfkesselzulassung
SD00326F	Levelflex FMP50/51/52/53/54/55/56/57 – Geführtes Füllstand-Radar für Flüssigkeiten und Schüttgüter mit Ausgangssignal 4...20 mA	Handbuch zur Funktionalen Sicherheit
TI01001F	Levelflex FMP51, FMP52, FMP54 – Geführtes Füllstand-Radar Füllstand- und Trennschichtmessung in Flüssigkeiten	Technische Information

## Verschaltungsoptionen



Die folgenden Normen definieren Anforderungen an die Ausrüstung von Dampfkesselanlagen, insbesondere an Wasserstandbegrenzer für Niedrigwasser (NW) und Hochwasser (HW):

- EN 12952-7: "Wasserrohrkessel und Anlagenkomponenten - Teil 7: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel"
- EN 12953-6: "Großwasserraumkessel - Teil 6: Anforderungen an die Ausrüstung für den Kessel"

Die Normen EN 12952-11, Abschnitt 4.1.1 und EN 12953-9, Abschnitt 4.1.1 fordern:

Ein Begrenzer muss so ausgelegt sein, dass ein Einzelfehler in irgendeinem zugeordneten Teil nicht zu einem Verlust der Sicherheitsfunktion führt.

Aus diesem Grund ergeben sich die folgenden Verschaltungsoptionen:

Auswahlschaltung	Anzahl FMP54
1oo2	▪ 2x FMP54
2oo3	▪ 3x FMP54

Generell wird aus Gründen der Anlagenverfügbarkeit die Verschaltung mit drei Levelflex-Geräten empfohlen.



Durch Signalvergleich ist zusätzlich, unabhängig von der sicherheitstechnischen Funktion, die Möglichkeit einer "Vorausschauenden Wartung" (Predictive Maintenance) möglich!

## Typische Verschaltungsbeispiele

In den folgenden Abbildungen sind einige Beispiele (schematisch) für die Verschaltung des FMP54 beim Einsatz in Begrenzungseinrichtungen dargestellt.



Bei gemeinsamer Nutzung der Geräte als Regler und Begrenzer:

Rückwirkungsfreiheit nach EN 12952-11 bzw. EN 12953-9, Abschnitt 4.1.2:

Begrenzer müssen unabhängig voneinander und von den Regeleinrichtungen funktionieren.

Es sei denn, die Sicherheitsfunktion kann nicht durch diese anderen Einrichtungen beeinträchtigt werden.

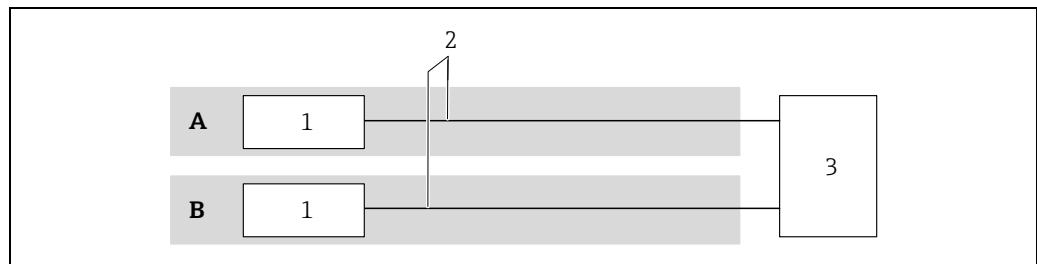
Auszug aus VDI/VDE 2180-3, Abschnitt 2.2.1:

Vorteilhaft ist eine strikte Trennung der Schutzfunktionen und der Funktionen der PLT-

Betriebs- und Überwachungseinrichtungen. Ist trotzdem eine gemeinsame Nutzung vorgesehen, darf vom nicht sicherheitsrelevanten Teil keine Rückwirkung auf die Schutzfunktion ausgehen.

### Auswahlschaltung 1oo2

### Beispiel 1a + 1b



A0021698

**A** Kanal 1

**B** Kanal 2

#### 1a: 1x Niedrigwasser (NW), 1x Hochwasser (HW)

1 Levelflex FMP54 (2-Draht/4-Draht)

2 4...20 mA Leitung

3 Sicherheits-SPS

Auswahlschaltung 1oo2:

- 1x Niedrigwasser (NW)

- 1x Hochwasser (HW)

- Signalvergleich empfohlen

#### 1b: 2x Niedrigwasser (NW), 1x Hochwasser (HW)

1 Levelflex FMP54 (2-Draht/4-Draht)

2 4...20 mA Leitung

3 Sicherheits-SPS

Auswahlschaltung 1oo2:

- 2x Niedrigwasser (NW)

- 1x Hochwasser (HW)

- Signalvergleich erforderlich

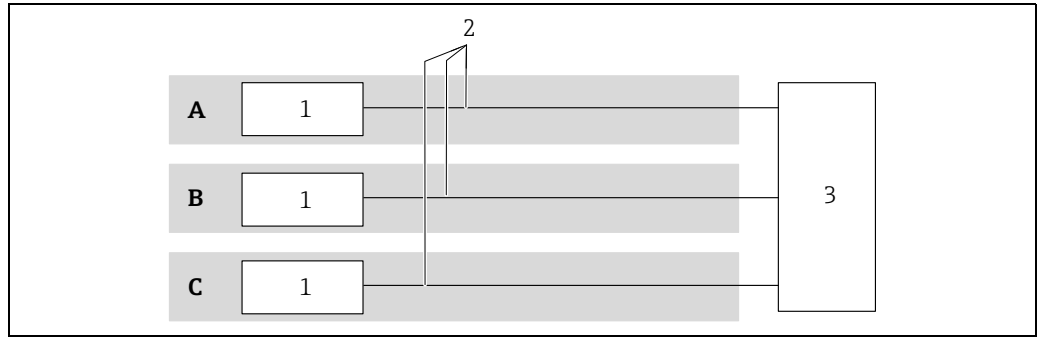
(Vergleich Kanal 1 mit Kanal 2)

**Auswahlschaltung 2oo3**

Dies ermöglicht den Austausch eines eventuell defekten Gerätes durch Absperren (Bypasslösung) bei gleichzeitigem Weiterbetreiben des Kessels. Vorteil: höhere Verfügbarkeit.

Alternativ dazu kann bei Instrumentierung im Kessel mit einer 1oo2-Verschaltung bis zur nächsten geplanten Revision weitergefahren werden.

**Beispiel 2a + 2b**



- A Kanal 1
- B Kanal 2
- C Kanal 3

**2a: 1x Niedrigwasser (NW), 1x Hochwasser (HW), höhere Verfügbarkeit**

- 1 Levelflex FMP54 (2-Draht/4-Draht)
  - 2 4...20 mA Leitung
  - 3 Sicherheits-SPS
- Auswahlschaltung 2oo3:
- 1x Niedrigwasser (NW)
  - 1x Hochwasser (HW)
  - Signalvergleich empfohlen

**2b: 2x Niedrigwasser (NW), 1x Hochwasser (HW), höhere Verfügbarkeit**

- 1 Levelflex FMP54 (2-Draht/4-Draht)
  - 2 4...20 mA Leitung
  - 3 Sicherheits-SPS
- Auswahlschaltung 1oo2:
- 2x Niedrigwasser (NW)
  - 1x Hochwasser (HW)
  - Signalvergleich erforderlich
- (Vergleich Kanal 1 mit Kanal 2, Vergleich Kanal 2 mit Kanal 3, Vergleich Kanal 1 mit Kanal 3)

## Anwendungsbeispiel

Folgende Themenbereiche können als Leitfragen für die Auslegung der Anlage dienen. Zur Veranschaulichung ist jeweils ein Beispiel gegeben.



Das Vorgehen kann für andere Anwendungen analog angewendet werden.

### Funktion

Leitfrage:  
Welche Funktion soll realisiert werden?

Beispiel:  
Es soll sowohl Begrenzung (2x Niedrigwasser (NW), 1x Hochwasser (HW)) als auch Regelung durchgeführt werden.

### Auswahl der Verschaltung

Leitfrage:  
Wie sollen die einzelnen Geräte der Sicherheitskette verschaltet werden?

Beispiel:  
Im vorliegenden Beispiel soll eine möglichst einfache Instrumentierung realisiert werden. Deshalb soll die Anzahl der Geräte möglichst klein sein. Als Verschaltung wird eine 1oo2 Auswahl nach Beispiel 1b gewählt.



Alternativ hätte hier eine 2oo3-Verschaltung gewählt werden können, die eine höhere Verfügbarkeit aufweist.

### Einbausituation

Leitfrage:  
Erfolgt der Einbau direkt im Kessel oder in Bypässen?

Beispiel:  
Um eine möglichst einfache Instrumentierung zu erreichen, soll der Einbau direkt im Kessel erfolgen.



Alternativ hätte eine Bypass-Instrumentierung gewählt werden können, die im Revisionsfall das Abschiebern und den Austausch des Messgeräts ohne Abschalten der Anlage erlaubt.

Leitfrage:  
Ist eine Gasphasenkompensation erforderlich?

Beispiel:  
Der Kessel wird bei 264 °C (507 °F) und 50 bar (750 psi) betrieben. Der Messfehler ohne Gasphasenkompensation würde nach der Tabelle (→ TI01001F) 9,2% der gemessenen Distanz betragen. Der mittlere Wasserstand liegt 1200 mm (47.2 in) unterhalb des Flansches (Referenzpunkt des FMP54), der Messfehler wäre deshalb 1200 mm (47.2 in) x 9,2% = 110 mm (4.33 in).

Mit einer Gasphasenkompensation unter Verwendung einer Referenzlänge von 550 mm (21.7 in) beträgt der erwartete Messfehler bei gleicher Temperatur nur 9 mm (0.35 in), bei einer Referenzlänge von 300 mm (11.8 in) nur 15 mm (0.59 in).

Aufgrund der höheren Genauigkeit wird im vorliegenden Fall eine Gasphasenkompensation mit einer Referenzlänge von 550 mm (21.7 in) ausgewählt. In dieser Situation, Einbau frei im Kessel, sind Koaxial-Sonden erforderlich.

**Messbereich und Schalt-  
punkte**

Leitfrage:

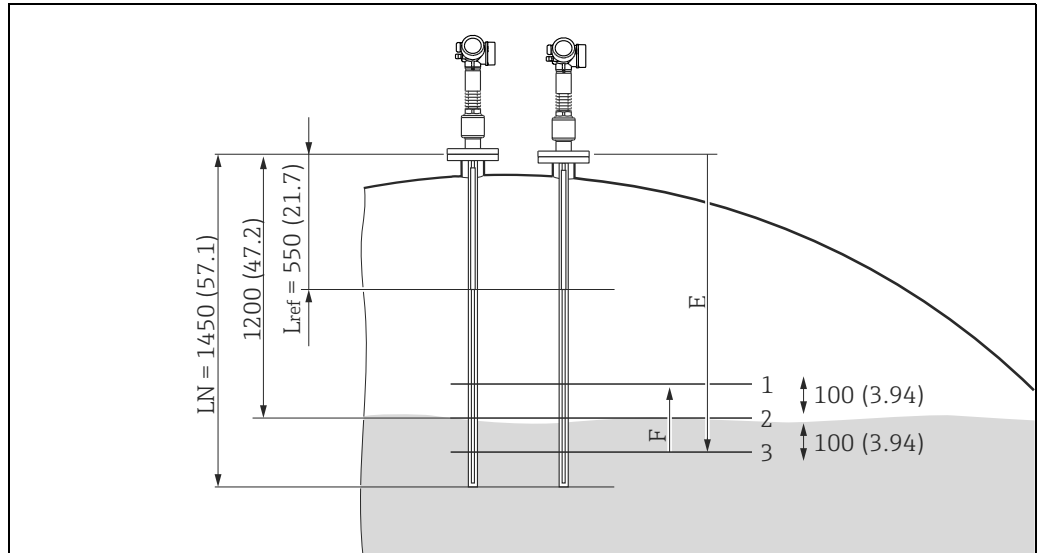
Wo in Bezug zum Einbaufansch sollen die Schaltpunkte und der Regelbereich liegen?

Beispiel:

Im vorliegenden Beispiel liegt der mittlere Wasserstand bei 1200 mm (47.2 in) unterhalb des Flansches, Hochwasser (HW) und Niedrigwasser (NW) befinden sich jeweils 100 mm (3.94 in) vom mittleren Wasserstand (MW) entfernt.

Der Regelbereich soll zwischen Hochwasser (HW) und Niedrigwasser (NW) liegen.

Die Referenzdistanz  $L_{ref}$  liegt mit 550 mm (21.7 in) ausreichend weit vom HW-Punkt entfernt. Die Sondenlänge wird mit 1450 mm (57.1 in) etwas größer als Niedrigwasser (NW) gewählt, da sich unmittelbar am Sondenende erhöhte Messgenauigkeiten ergeben.



- Maßeinheit: mm (in)  
 LN Sondenlänge  
 Lref Referenzdistanz  
 1 Hochwasser (HW)  
 2 Mittlerer Wasserstand (MW)  
 3 Niedrigwasser (NW)  
 E Abgleich Leer  
 F Abgleich Voll

Für die Wahl der Schaltpunkte (HW und NW) müssen folgende Messfehler berücksichtigt und addiert werden:

- Die applikationsbedingte Messgenauigkeit durch die Gasphase beträgt 9 mm (0.35 in).
- Die Messgenauigkeit des sicherheitsbezogenen Ausgangssignals des FMP54 beträgt 2% der Spanne, also  $2\% \times 2 \times 100 \text{ mm} (3.94 \text{ in}) = 4 \text{ mm} (0.16 \text{ in})$ .

Daraus ergibt sich im Anwendungsbeispiel eine mögliche Messgenauigkeit von 13 mm (0.51 in).

Der Schaltpunkt für Niedrigwasser (NW) ist daher bei:

$100 \text{ mm} (3.94 \text{ in}) - 13 \text{ mm} (0.51 \text{ in}) = 87 \text{ mm} (3.43 \text{ in})$  unterhalb des mittleren Wasserstands (MW) zu legen, der Schaltpunkt für Hochwasser (HW) bei:

$100 \text{ mm} (3.94 \text{ in}) + 13 \text{ mm} (0.51 \text{ in}) = 113 \text{ mm} (4.45 \text{ in})$  oberhalb des mittleren Wasserstands (MW).

**Abgleich FMP54**

Beide FMP54 sind identisch abzugleichen:

- Abgleich Leer: 1200 mm (47.2 in) + 100 mm (3.94 in) = 1300 mm (51.2 in)
- Abgleich Voll: 2 x 100 mm (3.94) = 200 mm (7.87 in)

**Inbetriebnahme**

Die Inbetriebnahme wird entsprechen der Beschreibung in SD00349F, Kapitel "Einbau und Inbetriebnahme" durchgeführt.

Falls nicht weitergehende Parametereinstellungen gewünscht sind, kann die Inbetriebnahme im sogenannten "erhöhten Parametriersicherheitsmodus" erfolgen. Das hat den Vorteil, dass während der Inbetriebnahme der Füllstand im Kessel nicht geändert werden muss, es genügt vielmehr

- einen automatisierten "Gerätetest" durchzuführen
- Distanzwerte knapp oberhalb und unterhalb der Schaltpunkte Hochwasser (HW) und Niedrigwasser (NW) zu simulieren, um die Funktion der gesamten Sicherheitskette zu überprüfen

Idealerweise wird dabei unmittelbar die richtige Funktion des Aktors kontrolliert, während zuerst der erste Levelflex im Normalbetrieb arbeitet und am zweiten Levelflex der Distanzwert simuliert wird und danach der zweite Levelflex im Normalbetrieb arbeitet und am ersten Levelflex der Distanzwert simuliert wird. Schaltpunktüberschreitungen von beiden einzelnen Geräten müssen jeweils zum Schalten des Aktors führen (Auswahlschaltung 1002).

Da bei einer Distanzsimulation keine applikationsbedingten Messfehler auftreten, brauchen nur die Messgenauigkeiten des sicherheitsbezogenen Ausgangssignals des FMP54 berücksichtigt werden, also 4 mm (0.16 in). Zur Überprüfung des NW-Schaltpunkts bei einer Distanz von 1.283 mm (50.5 in) vom Flansch darf deshalb ein Distanz-Simulationswert von  $1.283 \text{ mm (50.5 in)} - 4 \text{ mm (0.16 in)} = 1.279 \text{ mm (50.4 in)}$  noch nicht zu einer Auslösung der Sicherheitsfunktion führen.

Ein Distanz-Simulationswert von  $1.283 \text{ mm (50.5 in)} + 4 \text{ mm (0.16 in)} = 1.287 \text{ mm (50.7 in)}$  muss zu einer Auslösung der Sicherheitsfunktion führen. Entsprechendes gilt für den HW-Schaltpunkt.

Mit beiden Verfahren (Prüfung mit und ohne Aktor) wird der Levelflex FMP54 mitgeprüft, so dass dessen Stromausgang nicht separat überprüft werden muss.

**Wiederholungsprüfung**

Die Funktionsfähigkeit und die Sicherheit des Begrenzers sind periodisch zu überprüfen.

Die Prüfung ist so durchzuführen, dass die einwandfreie Funktion der Begrenzereinrichtung im Zusammenwirken aller Komponenten nachgewiesen wird. Hierzu ist durch Absenken bzw. Auffüllen des Wasserstandes die Mess- und Auslösefunktion zu überprüfen (→ SD00349F).

Vorgehensweise im vorliegenden Beispiel:

Zum HW-Punkt 100 mm (3.94 in) oberhalb des mittleren Wasserstands (MW) auffüllen und das Auslösen der Sicherheitsfunktion für Hochwasser (HW) überprüfen sowie zum NW-Punkt 100 mm (3.94 in) unterhalb des mittleren Wasserstands (MW) absenken und das Auslösen der Sicherheitsfunktion für Niedrigwasser (NW) überprüfen.

Ein verfrühtes Auslösen ist innerhalb der Fehlergrenzen erlaubt, da die Schaltpunkte entsprechend sicherheitsgerichtet gelegt wurden.

Während der Überprüfung muss sichergestellt werden, dass kein gefährlicher Anlagenzustand eintreten kann.

Wird die Funktionsfähigkeit durch Simulation durchgeführt, müssen zusätzlich die Vorgaben der relevanten Normen beachtet werden.

Beispielsweise EN 12952-7, Abschnitt 4.5.2 (für Wasserrohrkessel):

"Eine Funktionsprüfung der Begrenzer muss für jeden Betriebszustand jederzeit durchführbar sein, z.B. durch Simulation. Wenn ein Teil der Funktionsprüfung die Verzögerung der Unterbrechung und Abschaltung der Beheizung benötigt, dann darf die Zeitverzögerung nicht über den vom Hersteller festgelegten Wert liegen. Für Kessel mit Wasserstandbegrenzer darf die Zeitverzögerung nicht größer sein als die Zeit, die der Wasserstand benötigt, um von dem kontrollierten niedrigsten Wasserstand bis zum zulässigen niedrigsten Wasserstand (NW) bei maximaler Dauerleistung zu fallen..."











71660423

[www.addresses.endress.com](http://www.addresses.endress.com)

---