





# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Strahlenschutzhinweise</b>	<b>3</b>
1.1.1 Radiometrische Meßsysteme von Endress+Hauser	3
1.1.2 Kontrollbereich am Detektor	3
1.1.3 Kontrollbereich um den Strahlenschutzbehälter	4
<b>1.2. Anwendungen</b>	<b>5</b>
1.2.1 Grundsätzliches	5
1.2.2 Anwendungsbeispiele in verschiedenen industriellen Bereichen	5
<b>1.3. Das radiometrische Meßprinzip</b>	<b>6</b>
1.3.1 Physikalische Eigenschaften der Gamma-Strahlung	6
1.3.2 Genauigkeitsbetrachtung	6
<b>1.4. Bestandteile der Meßlinie – nur für Dichtemessungen</b>	<b>8</b>
1.4.1 Präparate und Strahlenschutzbehälter	9
1.4.2 Detektor DG 57 - Dichte	10
1.4.3 Auswertegerät FMG 573 Z/S	13
<b>1.5. Leerrohrerkennung</b>	<b>15</b>
<b>1.6. Optionen</b>	<b>16</b>
1.6.1 Schrägdurchstrahlung	16
1.6.2 Dichtemessungen in Behältern	16
<b>2. Vorbereitungen</b>	<b>17</b>
<b>2.1. Inbetriebnahme des Meßumformers FMG 573 Z/S</b>	<b>17</b>
<b>2.2. Bedienung des FMG 573 Z/S</b>	<b>18</b>
2.2.1 Einleitung	18
2.2.2 Ebenenwahl	19
2.2.3 Dateneingabe	19
<b>2.3. Dichtemessungen in Rohrleitungen</b>	<b>20</b>
2.3.1 Allgemeines	20
2.3.2 Bemerkungen	20
2.3.3 Montage	21
2.3.4 Strahlenschutzbehälter QG020/QG100 (Dichteausführung 13 337)	22
<b>3. Dichtemessung</b>	<b>23</b>
<b>3.1. Einleitung</b>	<b>23</b>
3.1.1 Übersicht der Meßanordnung	23
3.1.2 Inhaltsverzeichnis für die schnelle Inbetriebnahme	23
<b>3.2. Elektrischer Anschluß</b>	<b>24</b>
3.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S	24
3.2.2 Verdrahtung in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen	25
3.2.3 Verdrahtung in explosionsgefährdeten Bereichen	25
<b>3.3. Kalibration</b>	<b>27</b>
3.3.1 Allgemein	27
3.3.2 Einpunkt- oder Zweipunktkalibration	27
3.3.3 Kalibrationsarten	27
<b>3.4. Programmierung des FMG 573Z/S</b>	<b>28</b>
3.4.1 Software-Reset	28
3.4.2 Erstmalige Inbetriebnahme	28
3.4.3 Anwendung der Kalibrationsarten	29
3.4.4 Verriegeln des Zugriffes auf die Kalibrationswerte	29
3.4.5 Änderung der Integrationszeit	29
<b>3.5. Zweipunktkalibration</b>	<b>30</b>
3.5.1 Ermittlung einer Kalibrierplatte	31
3.5.2 Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte	31
<b>3.6. Einpunktkalibration</b>	<b>32</b>

<b>3.7. Übernahme der Einpunkt- zur Zweipunktkalibration.....</b>	<b>33</b>
<b>3.8. Wahl des Ausgangssignales.....</b>	<b>34</b>
3.8.1 Für Flüssigkeiten und Lösungen: Umwandlung von [g/cm <sup>3</sup> ] in andere internationale technische Einheiten [Masse/Volumen].....	34
3.8.2 Flüssigkeiten und Lösungen: % Konzentration.....	34
3.8.3 Schlammessung: Feststoffanteil [% Masse].....	36
3.8.4 Schlammessung: Feststoffanteil [% Volumen].....	38
3.8.5 Schlammessung: Feststoffe [Masse/Volumen].....	40
<b>3.9. Schaltpunkte/Relaisausgänge.....</b>	<b>42</b>
3.9.1 Einleitung.....	42
<b>3.10. Programmiermatrix Dichtemessung.....</b>	<b>44</b>
<b>4. Massendurchfluß.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1. Einleitung.....</b>	<b>45</b>
4.1.1 Übersicht der Meßanordnung.....	45
4.1.2 Inhaltsverzeichnis für die schnelle Inbetriebnahme.....	45
<b>4.2. Elektrische Verbindung.....</b>	<b>46</b>
4.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S.....	46
4.2.2 Montage des PFM Umsetzers TSP 8267.....	47
4.2.3 Verdrahtung bei nicht explosionsgefährdeten Anwendungen.....	48
4.2.4 Explosionsgefährdete Anwendungen.....	48
<b>4.3. Kalibration.....</b>	<b>49</b>
4.3.1 Allgemeine Hinweise.....	49
4.3.2 Einpunkt- oder Zweipunktkalibration.....	49
4.3.3 Kalibrationsarten.....	49
<b>4.4. Programmierung des FMG 573 Z/S.....</b>	<b>50</b>
4.4.1 Software-Reset.....	50
4.4.2 Erstmalige Inbetriebnahme.....	50
4.4.3 Gebrauch der Kalibrationssätze.....	51
4.4.4 Anzeige der aktuellen Dichte.....	51
4.4.5 Verriegeln der Kalibrationswerte.....	51
4.4.6 Änderung der Integrationszeit:.....	51
<b>4.5. Zweipunktkalibration.....</b>	<b>51</b>
4.5.1 Ermittlung einer Kalibrierplatte.....	53
4.5.2 Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte.....	53
<b>4.6. Einpunktkalibration.....</b>	<b>54</b>
<b>4.7. Übernahme der Einpunkt. zur Zweipunktkalibration.....</b>	<b>55</b>
<b>4.8. Eingabe des Durchflusses.....</b>	<b>56</b>
4.8.1 Beispiel:.....	56
<b>4.9. Auswahl des Analogsignales.....</b>	<b>57</b>
4.9.1 Betriebsart 31 / Feststoffanteil.....	57
4.9.2 Betriebsart 32; Massendurchfluß.....	60
<b>4.10. Relaisausgänge/Zählerfunktionen.....</b>	<b>62</b>
4.10.1 Summenzähler.....	62
4.10.2 Schaltpunkte.....	64
<b>5. Dichtemessung temperaturkompensiert.....</b>	<b>67</b>
<b>5.1. Einleitung.....</b>	<b>67</b>
5.1.1 Darstellung der Meßanordnungen.....	67
5.1.2 Inhaltsverzeichnis für die schnelle Inbetriebnahme.....	67
<b>5.2. Elektrischer Anschluß.....</b>	<b>68</b>
5.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S.....	68
5.2.2 Montage des PFM- Umsetzers TSP 8267.....	69
5.2.3 Verdrahtung in nichtexplosionsgefährdeten Bereichen.....	70
5.2.4 Anwendungen im explosionsgefährdeten Bereich entsprechend (EEx ib) IIB.....	71

5.2.5	Anwendungen im explosionsgefährdeten Bereich entsprechend (EEx ib) IIC .....	72
<b>5.3.</b>	<b>Kalibration .....</b>	<b>73</b>
5.3.1	Allgemeines.....	73
5.3.2	Einpunkt- oder Zweipunktkalibration .....	73
5.3.3	Kalibrationsarten .....	73
<b>5.4.</b>	<b>Programmierung des FMG 573 Z/S .....</b>	<b>74</b>
5.4.1	Software-Reset .....	74
5.4.2	Erstmalige Inbetriebnahme .....	74
5.4.3	Anzeige des aktuellen unkompensierten Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ] .....	75
5.4.4	Verriegeln des Zugriffes auf die Kalibrationswerte .....	75
5.4.5	Änderung der Integrationszeit .....	76
<b>5.5.</b>	<b>Zweipunktkalibration .....</b>	<b>77</b>
5.5.1	Ermittlung einer Kalibrierplatte .....	78
5.5.2	Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte .....	78
<b>5.6.</b>	<b>Einpunktkalibration .....</b>	<b>79</b>
5.6.1	Bemerkung .....	79
<b>5.7.</b>	<b>Übernahme der Einpunkt- für die Zweipunktkalibration .....</b>	<b>80</b>
<b>5.8.</b>	<b>Wahl des Ausgangssignales .....</b>	<b>81</b>
<b>5.9.</b>	<b>Dichteeinheit [g/cm<sup>3</sup>] oder andere technische Einheiten, temperaturkompensiert .....</b>	<b>81</b>
<b>5.10.</b>	<b>Temperaturkompensation mit Formel.....</b>	<b>82</b>
5.10.1	Temperaturkompensation bei Verwendung von Tabellenwerten .....	82
5.10.2	Temperaturkompensation auf der Grundlage von ermittelten Meßwerten....	85
<b>5.11.</b>	<b>Dichtemessung temperaturkompensiert nach Tabelle .....</b>	<b>87</b>
<b>5.12.</b>	<b>% Konzentration temperaturkompensiert.....</b>	<b>90</b>
5.12.1	Beispiel: H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> in H <sub>2</sub> O.....	90
5.12.2	Berechnung.....	90
<b>5.13.</b>	<b>Schaltpunkte/Relaisausgänge .....</b>	<b>92</b>
5.13.1	Einleitung.....	92
<b>6.</b>	<b>Wartung .....</b>	<b>95</b>
<b>7.</b>	<b>Service/Protokoll .....</b>	<b>97</b>
<b>7.1.</b>	<b>Zusätzliche Funktionen .....</b>	<b>97</b>
7.1.1	Manuelle Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte .....	97
7.1.2	Manuelle Dichtekorrektur mit Dichteprobe.....	98
7.1.3	Änderung des Dichtemeßbereichs nach der Kalibrierung .....	98
7.1.4	Spreizung des 4...20 mA-Ausgangs .....	99
7.1.5	Dynamische Anpassung der Integrationszeit .....	99
<b>7.2.</b>	<b>Neuprogrammierung eines getauschten FMG 573 Z/S .....</b>	<b>99</b>
<b>7.3.</b>	<b>Störungsmeldungen .....</b>	<b>101</b>
<b>7.4.</b>	<b>Fehlersuche .....</b>	<b>103</b>
7.4.1	Wartung der Rohrleitung .....	103
7.4.2	Überprüfung des Radionuklides .....	103
7.4.3	Kalibrationswerte.....	105

# Strahlenschutz

## 1. Notwendige Umgangsgenehmigung

Für den Betrieb einer Anlage unter Verwendung von Gammastrahlern ist eine Umgangsgenehmigung vorgeschrieben. Diese Genehmigung wird beantragt bei der Landesregierung (Landesämter für Umweltschutz, Gewerbeaufsichtsämter, etc.). Genehmigungsgrundsätze sind unter anderem der Nachweis einer Fachkunde, die durch einen Kurs erworben werden kann.

Nachfolgend geben wir Ihnen dazu noch einige Hinweise.

Endress+Hauser bietet für die Erlangung der Umgangsgenehmigung folgende Unterstützung:

- Bearbeitung der Antragsunterlagen (Angabe der technischen Daten)
- Schulung über Strahlenschutz, ist gültig als Fachkundenachweis (Teilnehmer werden als Strahlenschutzbeauftragte anerkannt)

## 2. Strahlenschutzhinweise

Der Strahlenschutz bezweckt eine Verhaltensweise, die Gefährdung durch radioaktive Stoffe auf ein Mindestmaß herabmindert.

Hierbei ist es wichtig, die Strahlenschutzgrundsätze zu beachten.

D.h. wer eine Anlage oder Einrichtung mit einer ionisierenden Strahlung betreibt, ist verpflichtet,

1. jede unnötige Strahlenexposition oder Kontamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt zu vermeiden,
2. jede Strahlenexposition oder Komtamination von Personen, Sachgütern oder der Umwelt unter Beachtung des Standes von Wissenschaft und Technik und unter Berücksichtigung aller Umstände des Einzelfalles auch unterhalb, der in der Strahlenschutzverordnung festgesetzten Grenzwerte so gering wie möglich zu halten.

Aber auch international sind Grenzwerte für die höchstzulässige Strahlenbelastung festgelegt worden, um gesundheitliche Schäden auszuschließen. Durch die Anordnung der Meßeinrichtung und durch Auslegung der Abschirmung wird sichergestellt, daß bei sachgemäßer Verhaltensweise die Strahlenbelastung in jedem Fall unter dem maximal zulässigen Wert bleibt. Im Strahlenschutzgesetz sind für die Menschen, die in der Nähe technischer Einrichtungen mit Gammastrahlung beschäftigt sind, die Grenzwerte als maximale Jahresdosis festgelegt (siehe Anlage X, Tabelle X1 der StrlSchV)

Falls außerhalb der Abschirmung ein Strahlenschutzbereich entsteht, so muß dieser, falls er begehbar ist, gekennzeichnet und abgeschränkt werden.

## 3. Strahlenschutzbeauftragter

Zuständig im Betrieb ist der Strahlenschutzbeauftragte. Er hat darüber zu wachen, daß die Strahlenschutzverordnung eingehalten wird. Mit den Maßnahmen von Messmitteln, Berechnungen und objektiver Einschätzung von Gefahren wird das fehlende menschliche Organ zur Wahrnehmung einer Strahlung ersetzt.

Besondere Vorkommnisse wie z.B Brand oder Explosion, welche die Sicherheit oder Funktion der radiometrischen Meßeinrichtung beeinträchtigen können, sind ihm unverzüglich zu melden. Er muß dann entsprechend geeignete Maßnahmen einleiten.

### 4. Verhaltensweise und Maßnahmen

Die von uns verwendeten Strahlerarten  $^{137}\text{Cs}$  und  $^{60}\text{Co}$  senden eine Gammastrahlung, kurzwellige elektromagnetische Strahlen, aus. Die Summe der Strahlung, welche von einem Körper aufgenommen werden kann, und damit auch die Wirksamkeit, wird durch 3 Einflußgrößen bestimmt:

- 1. Zeit
- 2. Abstand
- 3. Abschirmung
- 

Von diesen 3 Größen können auch gleichzeitig Regeln für den Strahlenschutz abgeleitet werden.

- **1. Zeit**

Das ist der Zeitraum in welcher die Strahlung auf den Körper wirkt. Je länger die Strahlenbelastung, um so höher der Wert, da er sich addiert.

**Maßnahme:** Die Aufenthaltszeit in unmittelbarer Strahlernähe auf ein Minimum reduzieren.

- **2. Abstand**

Darunter ist der Abstand zwischen Strahler und Körper gemeint. Die Strahlungsintensität nimmt mit dem Quadrat des Abstandes ab (genau wie beim Licht). Bei Verdoppelung des Abstandes verringert sich die Strahlungsintensität (= Dosisleistung) auf ein Viertel.

**Maßnahme:** Größtmöglichen Abstand einhalten.

- **3. Abschirmung**

Die Abschirmung ist durch das den Strahler umgebende Material (Strahlenschutzbehälter) gegeben. Nur in einer Richtung kann die Gammastrahlung – EIN- und AUS-schaltbar – fast ungedämpft durch einen Strahlenaustrittskanal austreten. Die Abschirmwirkung eines Materials hängt stark aus dem Produkt von Dicke und Dichte ab. Deshalb werden als Abschirmmaterial Materialien mit hohem spezifischem Gewicht verwendet (E+H verwendet Blei in einer Stahlhülle).

**Maßnahme:** Strahler nicht aus dem Strahlenschutzbehälter entfernen. Bei Arbeiten an der radiometrischen Meßeinrichtung ist vorher unbedingt der Strahlenaustrittskanal zu schließen.

### **Wichtiger Hinweis für Arbeiten an der Messeinrichtung**

Diese Betriebsanleitung beschreibt die Handhabung des Strahlenschutzbehälters für die Montage und die Inbetriebnahme im normalen Betrieb, d.h. technische Handhabung, ohne Strahlenschutzregeln.

**Alle anderen Arbeiten, wie Ausbau oder Austausch des radioaktiven Präparates dürfen nur vom Strahlenschutzverantwortlichen, -bevollmächtigten oder -beauftragten unter Beachtung der Strahlenschutzverordnung durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten ob dies, nach dem Inhalt der vorliegenden Umgangsgenehmigung, durch den Betreiber zulässig ist.**

### **Außergewöhnliche Betriebszustände bei der Dichtemessung**

**ACHTUNG:** Nachfolgende Hinweise unbedingt beachten !

Bei der radiometrischen Dichtemessung wird die Präparatstärke aufgrund der zu durchdringenden Materialien bei der minimalsten Mediumdichte und dem Faktor  $D \times \Delta \delta$  berechnet (siehe Seite 3, Kap. 1.2.1 Kontrollbereich am Detektor). Entsprechend der errechneten Präparatsaktivität kann der Kontrollbereich um den verwendeten Strahlenschutzbehälter überprüft werden (siehe Seite 4, Kap. 1.2.2)

**Bei leerer oder nur teilweise befüllter Rohrleitung (oder Behälter) erhöht sich die Ortsdosisleistung am Detektor auf erhebliche Weise bei eingeschaltetem Strahlenkanal.**

- ***In diesem Fall muß der Strahlenkanal aus Strahlenschutzgründen unverzüglich geschlossen werden.***
- **Eine hohe Ortsdosisleistung bewirkt auch eine schnelle Alterung der Detektoreinheit (Szintillator und Photoelektronenvervielfacher) bzw. kann zur Zerstörung/Ausfall führen.**

Für vorbeugende Maßnahmen, durch eine zusätzliche Überwachungseinheit (z.B. DG 17 mit FTG 470 Z) welche dann einen Alarm ausgibt und/oder eine automatische Abschaltung des Strahlenschutzbehälters bewirkt, beachten Sie bitte Kapitel 1.6 auf Seite 15.



# 1. Einleitung

Die Betriebsanleitung ist in 3 Teile gegliedert:

- Die für alle Kapitel gültigen allgemeinen Einführungen und Vorbereitungen [Kapitel 1 und 2]
- Anwendungsbezogene Richtlinien [Kapitel 3 – 5]
- Service und Fehleranalyse

Sie werden mehrfach vorhandene Informationen in den auf bestimmte Anwendungen bezogenen Kapiteln finden.

Dies war beabsichtigt, um eine stark anwendungsbezogene Betriebsanleitung zu schaffen und um Querverweise so wenig wie möglich zu verwenden.

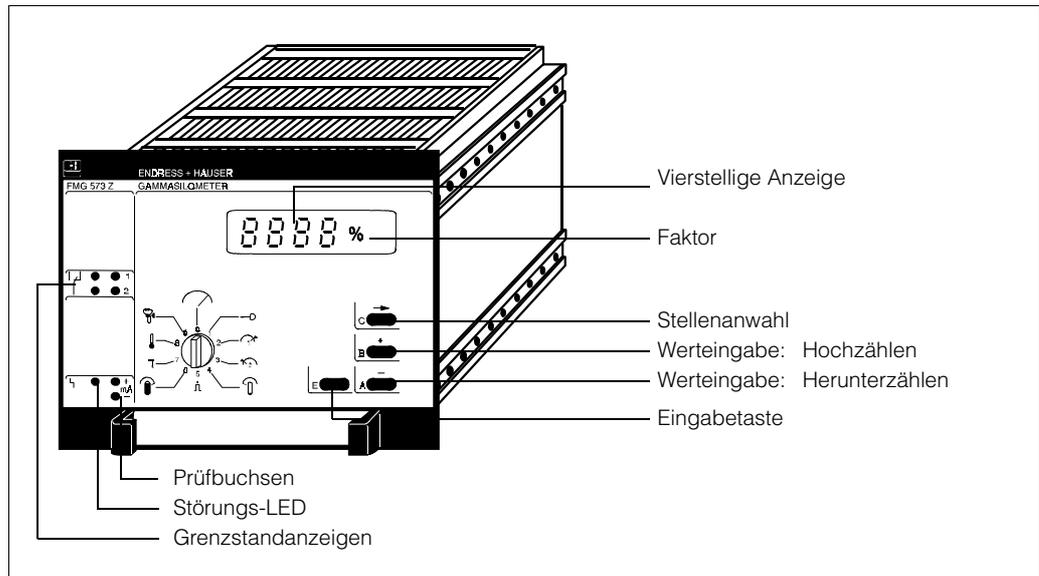


Abb. 1.1  
Bedienelemente FMG 573 S/Z

## Bedeutung der Symbole in der Grundebene

	Meßwert: Die Pfeiltaste ® betätigen um die letzten 4 Stellen eines fünfstelligen Messwertes anzuzeigen. Alle 4 Dezimalpunkte blinken, z.B. 1.5352: [1.535] ® [5.3.5.2]
	Schlüsselstellung: Codeeingabe
	Eingabe des Grenzwertes 1: nicht wenn Relais 1 als Zähler verwendet wird
	Eingabe des Grenzwertes 2: nicht wenn Relais 2 als Vorwahlwert verwendet wird
	Zählrate N 100 für $\rho_{\min}$ [N/100 ms]
	Anzeige der aktuellen Zählrate [N/100 ms]
	Zählrate N 0 für $\rho_{\max}$ [N/100 ms]
	Integrationszeit [s]: Defaultwert ist 60 s
	Anzeige der Mediumtemperatur: nur bei Betriebsart 20
	Anzeige des Fehlercodes / Diagnose

## 1.1. Strahlenschutzhinweise

Diese Betriebsanleitung beschreibt die Handhabung des Strahlenschutzbehälters für die Montage und Inbetriebnahme im normalen Betrieb.

Alle anderen Arbeiten, wie Ausbau oder Austausch des radioaktiven Präparates dürfen nur vom Strahlenschutz -Verantwortlichen, -Bevollmächtigten, oder -Beauftragten unter Beachtung der Strahlenschutzverordnung durchgeführt werden.

Dabei ist zu beachten ob dies nach dem Inhalt der vorliegenden Umgangsgenehmigung durch den Betreiber zulässig ist.



### 1.1.1 Radiometrische Meßsysteme von Endress+Hauser

Das radiometrische Dichtemeßsystem wird unter besonderer Beachtung deutscher und internationaler Strahlenschutzbestimmungen entworfen, hergestellt und vertrieben.

Von Endress+Hauser ausgelieferte radiometrische Dichtemeßeinrichtungen werden mit doppelt umschlossenen Präparaten Cs 137, in Ausnahmefällen Co 60, betrieben. Beide entsprechen der DIN 25426/ISO 2919, Klassifikation C 66646.

Dies ist die höchste Sicherheitseinstufung für industrielle Strahlenquellen.

Für die Strahlenschutzbehälter sind besondere Endress+Hauser Qualitätsüberwachungsprüfungen festgelegt (ISO 9001), z.B. Stückprüfung jedes einzelnen Strahlenschutzbehälters, um die spezifische Abschirmwirkung zu bestätigen.

Radiometrische Dichtemeßeinrichtungen von Endress+Hauser benötigen geringste Strahlenquellenaktivitäten durch die Verwendung des höchstempfindlichen Stabszintillators auf dem Markt.

Generell müssen, außer den internationalen und nationalen Strahlenschutzbestimmungen, die nachfolgenden Hinweise beachtet werden.

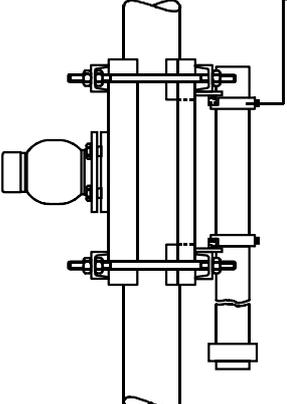
### 1.1.2 Kontrollbereich am Detektor

Die Präparatsstärken werden im allgemeinen aufgrund der zu durchdringenden Materialien bei der minimalsten auftretenden Mediumsdichte und dem Faktor  $D \times \Delta\rho$  berechnet.

$D$ : tatsächliche Durchstrahlungstrecke durch das Medium [mm]

$\Delta\rho$ : Dichtemeßbereich  $\rho_{\max} - \rho_{\min}$  [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]

Bei Standardanwendungen (Zeitkonstante 60 s,  $2\sigma$  statistische Schwankung) wird eine Präparatsaktivität gewählt, die bei der geringsten auftretenden Dichte des Mediums in der vollständig gefüllten Rohrleitung eine bestimmte Ortsdosisleistung am Detektor bewirkt:



$D \times \Delta\rho$	L [mR/h] / [mSv/h]
30 ... 60	1.0 / 0.010
61 ... 80	0.8 / 0.008
81 ... 100	0.6 / 0.006
101 ... 130	0.4 / 0.004
131 ... 180	0.3 / 0.003
181 ... 360	0.2 / 0.002

Abb. 1.2  
Kontrollbereich am Detektor

### 1.1.3 Kontrollbereich um den Strahlenschutzbehälter

Bei Verwendung folgender Cs 137 - Präparatsaktivitäten und Strahlenschutzbehältern entsteht kein Kontrollbereich [7,5 µSv/h / 0,75 mrem/h]:

QG020: 925 MBq / 25 mCi [Cs 137]

QG100: 9,25 GBq / 250 mCi [Cs 137]

Bei Verwendung von Co 60 Präparaten muß der Kontrollbereich mit einem Ortsdosisleistungsmeßgerät überprüft werden.

#### **Wichtig**



- Unabhängig von den o.g. Werten muß die tatsächliche Ortsdosisleistung einzeln gemessen werden.
- Die Ortsdosisleistung am Detektor erhöht sich drastisch auf gefährliche Werte wenn die Rohrleitung leer oder nicht vollständig mit dem Medium gefüllt ist und der Strahlenschutzbehälter eingeschaltet ist.
- Diese hohe Dosisleistung bewirkt eine schnelle Alterung der Detektoreinheit und kann in Extremfällen auch zur Zerstörung/Totalausfall führen.
- Für vorbeugende Maßnahmen, z.B. ein Warnsignal oder automatische Abschaltung des Strahlenschutzbehälters, beachten Sie bitte Kapitel 1.6 / Leer-Rohr Detektion.

## **1.2. Anwendungen**

### **1.2.1 Grundsätzliches**

Das radiometrische Dichtemeßsystem findet seine Anwendung wenn alternative Meßsysteme, z.B. Coriolis- Massendurchflussmesser, Ultraschall- oder optische Meßprinzipien, nicht angewendet werden können.

Bei extremen Prozessen, z.B. chemische Unbeständigkeit, hoher Temperatur oder Ab-  
rasivität, hat diese vollkommen berührungslose und nicht prozessbeeinflussende  
Meßmethode ihre idealen Einsatzbedingungen.

Unabhängig von den Prozessbedingungen sind radiometrische Meßsysteme bei Mes-  
sungen mit großen Rohrdurchmessern zu bevorzugen.

Konventionellen Meßanordnungen, die nur im Bypass arbeiten können, sind sie über-  
legen.

### **1.2.2 Anwendungsbeispiele in verschiedenen industriellen Bereichen**

#### **Bohrplattformen und Raffinerien**

- Überwachung von Bohrschlamm auf Bohrplattformen.
- Überwachung unterschiedlicher Flüssigkeiten, z.B. Ölsorten mit unterschiedlichen Dichten in einem Rohrsystem.

#### **Bergbau, Minen**

- Messung von Schlämmen und Trüben. Das Ausgangssignal ist üblicherweise „% Feststoffanteil“
- Überwachung von Absetzbecken
- Flotationsanlagen

#### **Papier und Zellstoffindustrie**

- Qualitätsüberwachung von verschiedenen Laugen

### 1.3. Das radiometrische Meßprinzip

#### 1.3.1 Physikalische Eigenschaften der Gamma-Strahlung

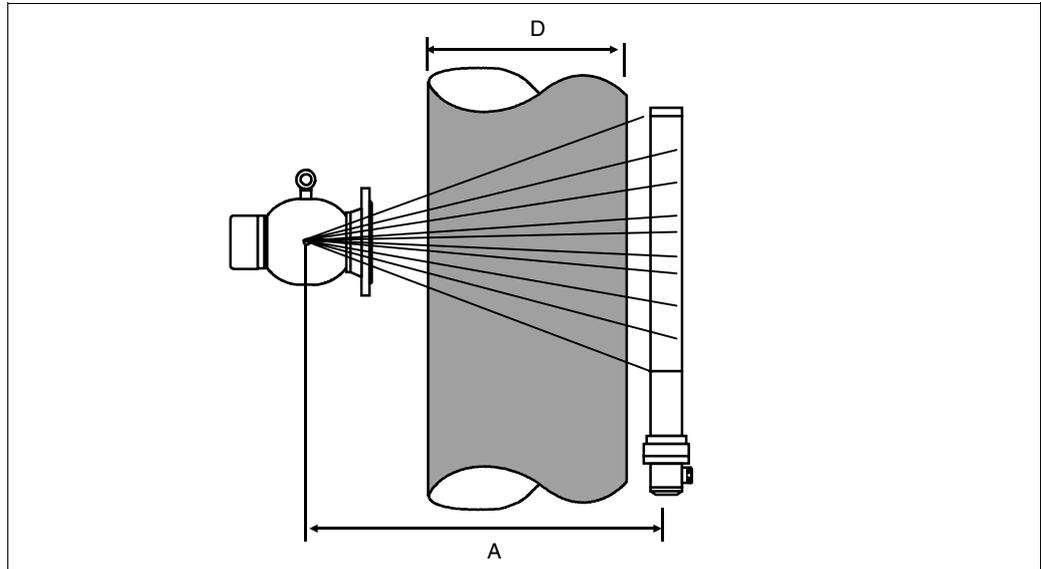


Abb. 1.3  
Grundsätzlicher Aufbau von Dichtemessungen

Gammastrahlen werden beim Durchdringen von Materie abgeschwächt. Grundsätzlich ist die Abschwächung  $[F_s]$  eine Funktion der folgenden Parameter:

- 1.) Dichte  $[\rho]$  und Dicke  $[D]$  des Materials.
- 2.) Ein stoffspezifischer und von der Art der Strahlenquelle abhängiger linearer Abschwächungskoeffizient.

Das wird durch die folgende Beziehung beschrieben:

$$F_s = e^{-\mu \times \rho \times D}$$

Gleich dem Licht oder dem Schall läßt die Strahlungsintensität mit dem Quadrat des Abstandes  $[A]$  nach.

Bei Dichtemeßanwendungen bleiben  $[\mu]$ ,  $[D]$  und  $[A]$  konstant, und die Strahlungsintensität ist nur von der Dichte des durchstrahlten Mediums abhängig.

Um ein dichteproportionales Signal zu erlangen, muß die Strahlungsintensität entsprechend einer Exponentialfunktion linearisiert werden.

Die o.g. physikalischen Gesetzmäßigkeiten sind nur für Medien gültig, die eine Kernmassenzahl bis 40 bei Verwendung von Cs 137 und bis 60 bei Verwendung von Co 60 haben.

Wasserstoff ist eine Ausnahme, da es doppelt so stark abschwächt, als es aufgrund seiner Dichte sein sollte.

Bei Anwendungen mit Zweistoffgemischen, z.B. Zuckerlösungen, besteht eine feste Abhängigkeit zwischen der Dichte und dem Wasserstoffgehalt. Damit wird diese Beeinflussung durch die Kalibration aufgehoben.

#### 1.3.2 Genauigkeitsbetrachtung

Außer den gerätespezifischen Einflüssen sind die hauptsächlichen Einflüsse auf die Genauigkeit:

- die statistische Schwankung des radioaktiven Zerfalls (A)
- die Kalibration (B)

**(A) Die statistische Verteilung des Zerfalls**

Der Zerfall einer radioaktiven Strahlungsquelle ist eine stochastische Erscheinung. Dies bedeutet, daß das Abstrahlen von  $\gamma$ -Quanten statistisch ständig um einen Mittelwert schwankt.

Die statistische Berechnung hängt von dem Zuverlässigkeitsgrad ab der erreicht werden soll:  $1\sigma$ ,  $2\sigma$  oder  $3\sigma$  ab

$$\begin{aligned}\pm 1\sigma &= \pm 1 \times \sqrt{N} = 68,28 \% & \pm 2\sigma &= \pm 2 \times \sqrt{N} = 95,45 \% \\ \pm 3\sigma &= \pm 3 \times \sqrt{N} = 99,74 \%\end{aligned}$$

Üblicherweise wird der Zuverlässigkeitsgrad  $2\sigma$  verwendet.

Diese statistische Schwankung wird durch das Erhöhen der Meßdauer bzw. Erhöhung der Integrationszeit  $[\tau]$  vermindert.

$$\pm 2\sigma = \pm \frac{2 \times \sqrt{N}}{\sqrt{\tau}}$$

Der Defaultwert für die Integrationszeit im Auswertegerät FMG 573 Z/S ist 60 s.

**Beispiel:**

- Zählrate bei der geringsten Dichte: 16500 Impulse/s
  - Integrationszeit: 60 s
- Statistische Schwankung:  $\pm 2\sigma = \frac{2 \times \sqrt{16500}}{\sqrt{60}} = \pm 33,2 \text{ Impulse/s}$

das entspricht bei 16500 Imp/s  $\pm 0,20 \%$

**Ergebnis:**

Die Bestimmung der Präparatsstärken wird abhängig von der benötigten Auflösung und der Anzeigegeschwindigkeit durchgeführt.

Um die Genauigkeit bei einer vorgegebenen Strahleraktivität zu verbessern (= geringere statistische Schwankung), kann die Integrationszeit verlängert werden (bis 1000 s), dadurch wird eine längere Reaktionszeit auf Meßwertänderungen bedingt.

**(B) Kalibration**

Die Präzision der Kalibration ist entscheidend für die Genauigkeit und Linearität der Messung. Die genauen Einzelheiten sind in den anwendungsbezogenen Kapiteln 3 bis 5 beschrieben.

Die Reproduzierbarkeit wird nur durch die gerätespezifischen Genauigkeiten bedingt.

**Grundsätzlicher Aufbau von Dichtemessungen**

Die radioaktive Strahlung, die von einem radioaktiven Präparat (2), im allgemeinen Cs137, ausgeht, tritt aus dem Strahlenschutzbehälter (1) als schmaler (kollimierter) Strahl aus.

Durch die Rohrleitung hindurch wird dieser Strahl auf den Detektor (4) ausgerichtet. Der Detektor mißt eine Ortsdosisleistung und wandelt diese in eine Zählrate um, erzeugt durch die radioaktive Strahlung.

Die Änderung der Zählrate ist abhängig von einer Dichteänderung:

$$N_{\min} = \frac{N_{\max}}{e^{-\mu \times D \times \Delta \rho}}$$

$\Delta \rho$	: Dichtemeßbereich $\rho_{\max} \rho_{\min}$
$D$	: Innendurchmesser der Rohrleitung oder : Länge des Strahlenweges durch das Medium
$\mu$	: Linearer Abschwächungskoeffizient
$N_{\max}$	: Zählrate bei $\rho_{\min}$
$N_{\min}$	: Zählrate bei $\rho_{\max}$

### 1.4. Bestandteile der Meßlinie – nur für Dichtemessungen

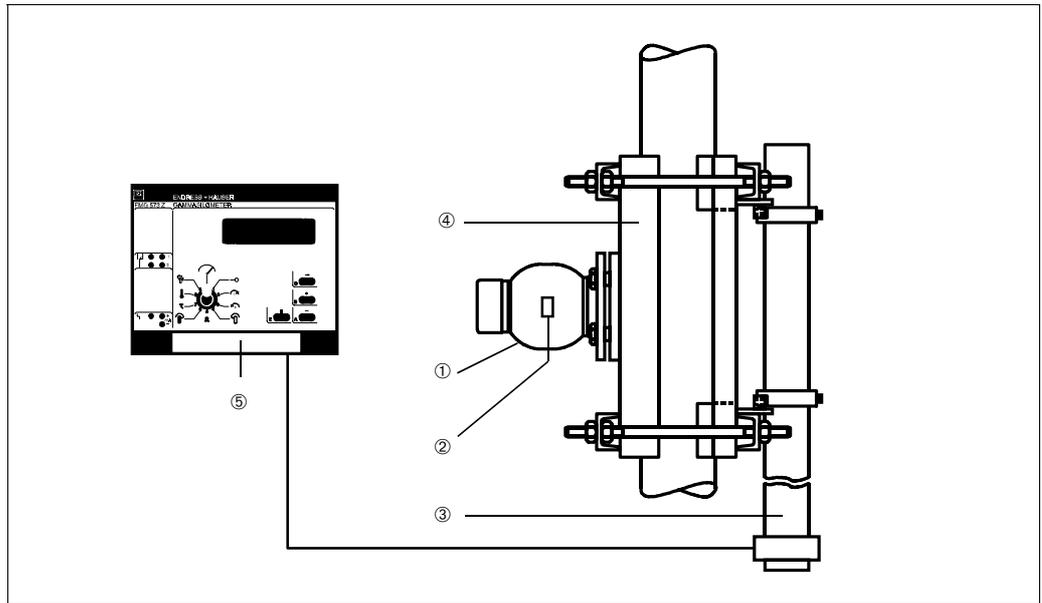


Abb. 1.4  
Bestandteile der Meßlinie

- ① Strahlenschutzbehälter mit Modifikation für Dichte  
 QG020, DN100, 40 ° - Teilenummer 916060-9000  
 QG100, DN100, 40 ° - Teilenummer 916061-9000  
 und zusätzliche Modifikationen:

	Grundausführung	Pneumatische Abschaltung
<b>Standard</b>	013337-0001	und 213958-0000
<b>EURO Ausführung</b>	013337-0000	und 213958-0000
<b>Schweden Ausführung</b>	013337-0000	und 213958-0000

- ② Präparat: Cs 137 oder Co 60; Isotop und Strahleraktivität hängen ab von:
- Rohrdurchmesser
  - Wandstärke und Material der Rohrleitung und eventuellen Beschichtungen
  - Dichtemeßbereich
  - geforderte Genauigkeit und Reaktionszeit
- ③ Detektor DG 57 - Dichte
- ④ Klemmvorrichtung
- DN 80 ... DN 350: Nr. MTS 013336
  - DN 350 ... DN 800: Nr. MTS 013252
- ⑤ Auswertegerät FMG 573 Z/S

### 1.4.1 Präparate und Strahlenschutzbehälter

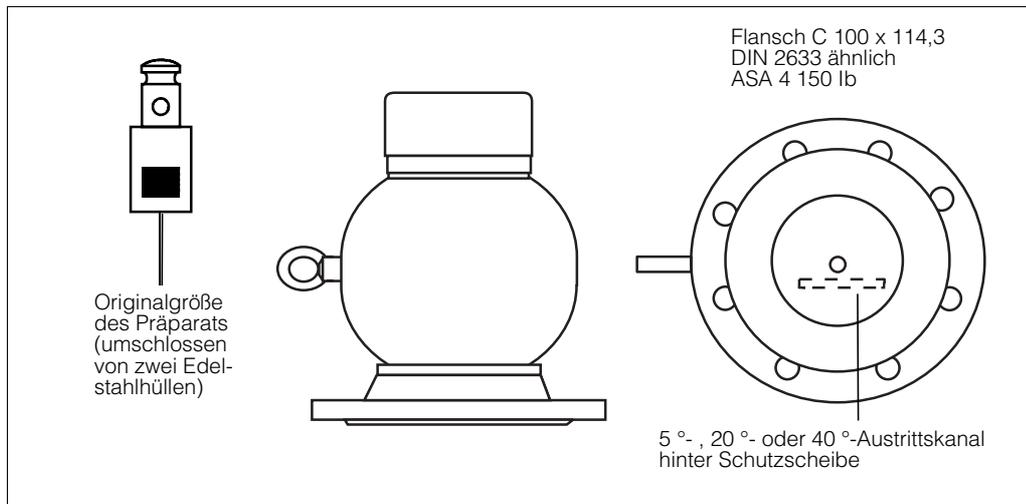


Abb. 1.5  
Präparate und Strahlenschutzbehälter

#### Funktionsprinzip

Das als  $\gamma$ -Strahlenquelle verwendete Radionuklid ist im allgemeinen Cs 137 und in Ausnahmefällen Co 60. Die Auswahl des Radionuklides hängt von der Anwendung ab.

Die hauptsächlichen Unterschiede der beiden Arten sind:

1. Energiegehalt, entspricht der Fähigkeit Materie zu durchdringen
  - Cs 137: 0,662 MeV
  - Co 60 : 1,173 MeV bzw. 1,337 MeV
2. Halbwertszeit, beeinflusst die Betriebsdauer und die statistische Schwankung:
  - Cs 137: 30 Jahre
  - Co 60 : 5,3 Jahre

Die Strahlenquelle ist in einem Strahlenschutzbehälter eingeschlossen, der für die notwendige Abschirmung sorgt. Für verschiedene Abschirmwerte (durch Blei) werden zwei Typen, QG 020 (Standard) und QG 100 (verstärkte Abschirmung), verwendet.

Radioaktive Präparate strahlen in alle Richtungen. Ein Strahlenkanal durch die Bleiabschirmung von üblicherweise 40 ° Öffnungswinkel (6 ° Breite) ergibt einen bestimmten Strahlungsbereich, der nur auf die Meßrohrleitung gerichtet ist.

Durch manuelle oder ferngesteuerte Betätigung kann die Strahlenquelle ein- und ausgeschaltet werden.

Die technischen Daten können den entsprechenden Technische Infomationen entnommen werden.

### 1.4.2 Detektor DG 57 - Dichte

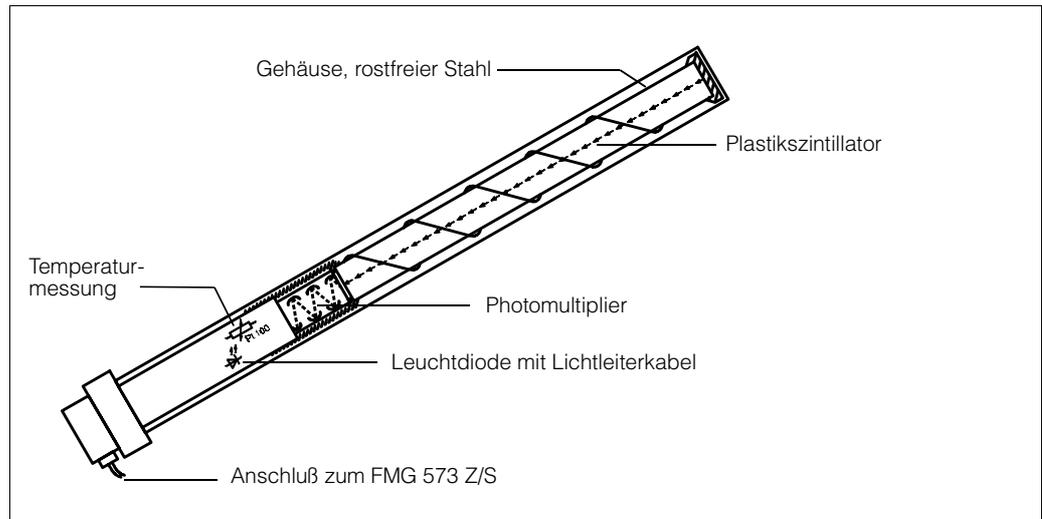


Abb. 1.6  
Detektor DG 57 - Dichte

#### Funktionsprinzip

Der Hauptbestandteil des DG 57 ist ein runder Stab aus durchsichtigem Kunststoff - Szintillationsmaterial (400 mm oder 100 mm,  $\varnothing$  48 mm):

Wenn ein  $\gamma$ -Quant in dieses Material eindringt, wird ein Teil der absorbierten Energie in einen kleinen Lichtblitz umgewandelt (Photoneneffekt). Die Anzahl der Lichtblitze nimmt linear mit der Intensität der Strahlung und der ihr ausgesetzten Fläche zu.

Optisch angekoppelt ist ein Photoelektronenvervielfacher (PMT), der den Lichtblitz verstärkt.

Die signalverarbeitende Schaltung zählt 500 ms lang die Lichtblitze und errechnet daraus die Zählrate (Lichtblitze pro Sekunde).

Vor jedem Meßzyklus wird von einer Leuchtdiode ein definierter Lichtblitz erzeugt und durch den Szintillator zu dem PMT gesendet. (Referenzimpuls).

Dieser Referenzwert wird zusammen mit der gemessenen Zählrate und der Temperatur am Detektor digital über eine Zweidrahtleitung zum Auswertegerät FMG 573 Z/S übertragen.

Um eine höchstmögliche Langzeitstabilität in der industriellen Anwendung zu erreichen, wird jeder DG 57 einer speziellen Voralterung und einer Kalibrierung unterzogen. Die detektorspezifischen Daten werden zusammen mit dem Betriebsprogramm des FMG 573 Z/S in zwei EPROMs gespeichert.

Diese Werte werden verwendet um die Sensorsignale in eine temperaturkompensierte und langzeitstabile Zählrate umzuwandeln.

## Technische Daten

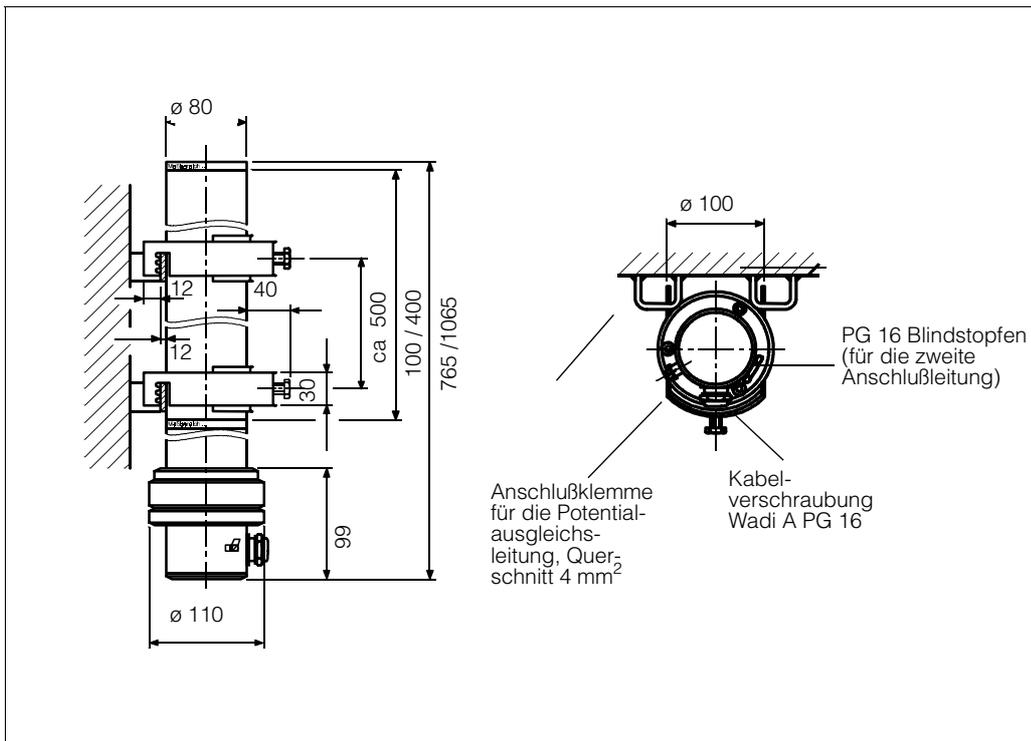


Abb. 1.7  
Abmessungen  
DG 57-D100 / D400

Typ	DG 57-D 400 oder DG 57-D 100
Gehäuse	Rostfreier Stahl 1.4301/SS 316TI
Kabeldurchführung	1x WADI A (wasserdicht), PG 16 1x PG 16 Blindstopfen
Gewicht	100 mm 400 mm
	12,6 kg/18,0 (mit Wasserkühlmantel) 14,0 kg/19,6 (mit Wasserkühlmantel)
Schutzklasse	IP 65, (entsprechend NEMA 4 oder NEMA 4X)
Explosionssicherheit	[EEx d ib] IIB oder IIC* T6 * mit zugelassener Sicherheitsbarriere.
Ausgangssignal	PCM, ca. 48 mA, mit überlagerter digitalisierter Information über Zählrate, Temperatur und Referenzwert
Temperaturkompensation	eingebaut
Betriebstemperatur	-20 ... 50 °C, bis 120 °C mit Wasserkühlmantel Ab 40 °C empfehlen wir die Verwendung eines Wasserkühlmantels. Wasserdurchfluß 40...200 l/h; max. Wassertemperatur 40 °C; Wasserdruck 4 - 6 bar (wir empfehlen dabei eine Durchflußkontrolle)
Elektromagnetische Verträglichkeit	Störaussendung nach EN 61326 ; Betriebsmittel der Klasse B Störfestigkeit nach EN 61326 ; Anhang A (Industriebereich) und NAMUR-Empfehlung EMV (NE 21)

### Wasserkühlmantel

Der Detektor DG 57 ist für Betriebstemperaturen bis 50 °C zugelassen. Bei höheren Umgebungstemperaturen wird ein zusätzlicher Wasserkühlmantel notwendig.

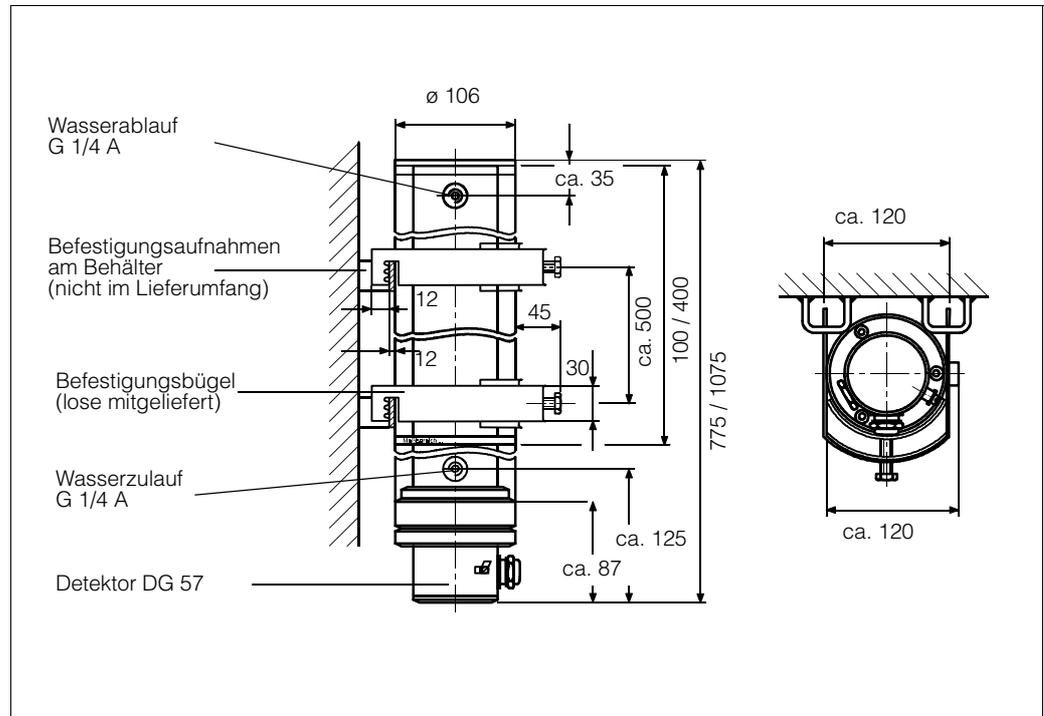


Abb. 1.8  
Abmessungen Wasserkühlmantel

### Technische Daten

Gewicht	100 mm 400 mm	5,4 kg 5,6 kg
Wasseranschluß		2 x G1/4A, DIN/ISO 228
minimaler Durchfluß bei 20 °C Wassertemperatur		40 ... 100 l/h, abhängig von den Betriebsbedingungen
Zusätzliche Abschirmung		entspricht 5 mm Stahl

### 1.4.3 Auswertegerät FMG 573 Z/S

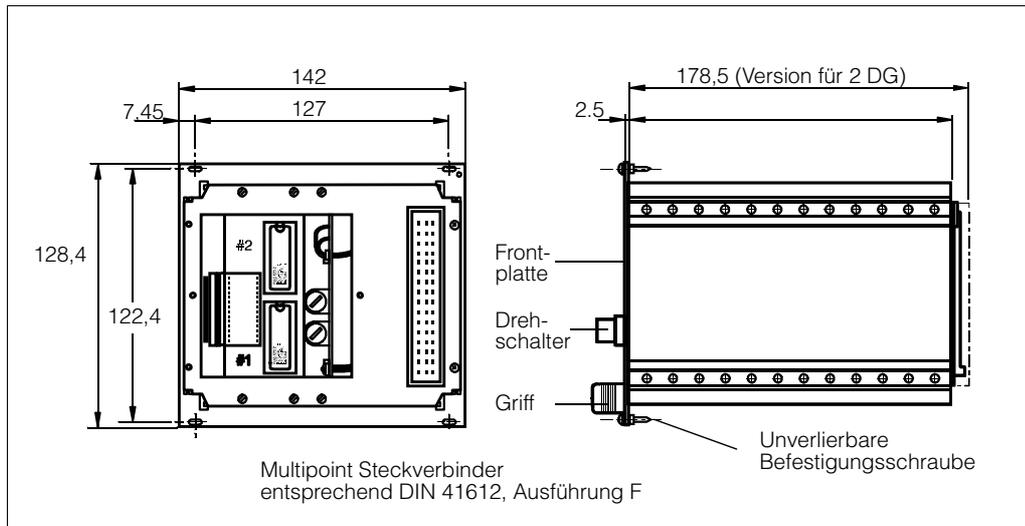


Abb. 1.9  
Abmessungen Auswertegerät  
FMG 573 Z/S

#### Funktionsprinzip

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S ist ein mikroprozessorgesteuertes Gerät, aufgebaut in Racksystechnik, 28 TE breit. Es verfügt über einen Eingang für den Stabszintillator DG 57 und einen zweiten Eingang für Temperatur- oder Durchflußmeßsignale. Beide sind für die von Endress + Hauser verwendeten speziellen digitale Übertragungstechniken (PCM, PFM) eingerichtet und ermöglichen die Verwendung üblicher zweiadriger Installationskabel (max. 25 Ohm pro Ader).

#### Die Ausgangssignale sind:

- 1 0/4. ... 20 mA und 0/2... 10 V
- 2 Relais für Schaltpunkte oder als Zähler- und Vorwahlzählerkontakt
- 1 Alarmrelais zur Anzeige einer Störung

Das Betriebsprogramm besteht aus fünf Hauptteilen.

- 1.) Umwandlung der ursprünglichen Sensorsignale in eine temperaturkompensierte und stabile Impulsrate.
- 2.) Linearisierung um die Zählrate in ein dichteabhängiges Signal umzuwandeln.
- 3.) Besondere Betriebsarten für:
  - nur Dichtemessung
  - die Auswahl von bis zu 4 verschiedenen Kalibrationskurven
  - Temperaturkompensation
  - Massendurchflußberechnung.
- 4.) Unterstützendes Programm für die Kalibration, die Skalierung des Analogausgangs und der Anzeige
- 5.) Selbstüberwachung mit Sicherheitsfunktionen sowie geschlossener aktiver Prüfkreis des Detektors.

**Technische Daten**

Gehäuse	19" Racksyst Kassette, 28 TE breit
Steckverbindung	27 polige Messerleiste nach DIN 41612, Bauform F
Schutzart	IP 20 (Frontplatte), IP 00 (Anschlußleiste)
Gewicht	2,2 kg
Betriebstemperatur	- 20 °C...+ 60 °C (- 4 ... 140 °F)
Lagertemperatur	- 40 °C...+ 75 °C (- 40 ... 167 °F)
Spannungsversorgung	24/110/115/127/220/230/240 Volt AC + 15 %/- 10 %; 50 ... 60 Hz; 23 VA, 20 ... 28 Volt DC; 15 W
RFI Störfestigkeit	3 V/m (144 + 430 MHz)
Datensicherung	CMOS RAM, batteriegepuffert für mind. 8 Jahre
Elektromagnetische Verträglichkeit	Störaussendung nach EN 61326 ; Betriebsmittel der Klasse A Störfestigkeit nach EN 61326 Zwischen Sensor und Auswertegerät abgeschirmte Leitung verwenden. Installationshinweise für abgeschirmte Leitungen und allgemeine Hinweise zu EMV-Prüfbedingungen von E+H - Geräten siehe auch Technische Information TI 241

**Ein- und Ausgänge**

Eingang 1	PCM vom DG 57; 13,3 V/48 mA, FMG 573 Z: Ex-frei FMG 573 S + Sicherheitsbarriere: [EEx ib] IIB/IIC
Eingang 2	PFM von TMT 2530 Z oder von TSP 8267 (Analog-PFM-Wandler), FMG 573Z – für nicht explosionsgefährdete Bereiche FMG 573S + Sicherheitsbarriere: [EEx ib] II B/C
Analog Ausgänge	1 x 0/4...20 mA; Ri max. 500 Ω 1 x 0/2...10 V; Ri min. 10 kΩ. Strom- und Spannungsausgänge sind nicht unabhängig voneinander einstellbar. Mit 0/4 mA ist automatisch 0/2 V eingestellt. – bei AC - Speisung: potentialfrei – bei DC - Speisung: verbunden mit der Masse Prüfbuchsen für den Stromausgang an der Frontplatte
Ausgang bei Störung	– – 10 % – +110 % – halten des letzten Meßwertes – weitermessen
Integrationszeit	1 ... 1000 s

Relaisausgänge	2 potentialfreie Umschaltkontakte für Grenzwerte oder für Summenzähler/Vorwahlzähler 1 potentialfreier Umschaltkontakt für Störungsmeldung
Kontaktbelastbarkeit	Wechselstromlast: – max. 4 A/250 V – max. 500 VA; $\cos \varphi > 0,7$ Gleichstromlast: – max. 100 W bei 48 V oder – max. 50 W bei 250 V

## 1.5. Leerrohrerkennung

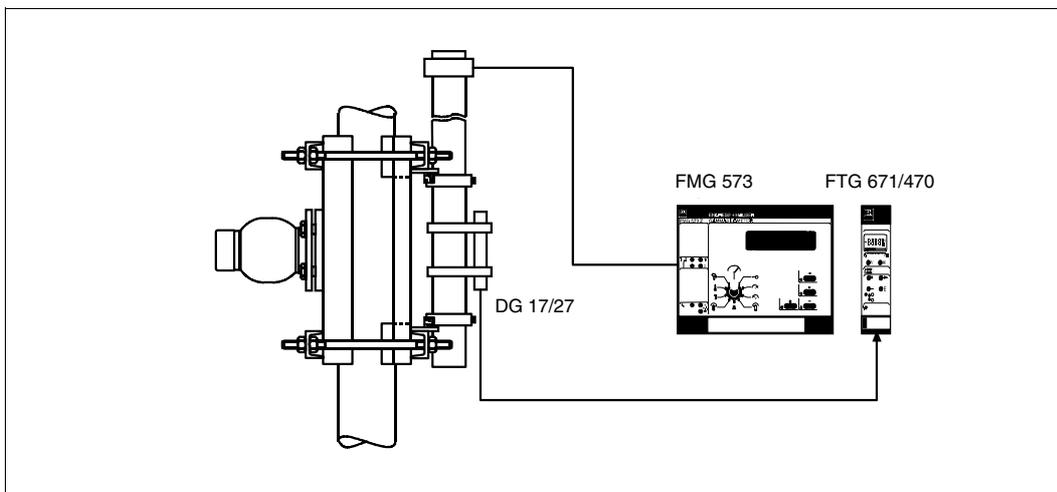


Abb. 1.10  
Meßanordnung mit Überwachungsdetektor

### Montage des DG 17/27 an dem DG 57 für Leerrohrdetektion

Wenn die Rohrleitung, durch Betriebsabläufe bedingt, leer wird, kann die Strahlung an der Detektorseite auf gefährliche Werte ansteigen.

- **In diesem Fall muß der Strahlenkanal aus Strahlenschutzgründen unverzüglich geschlossen werden.**
- **Eine hohe Ortsdosisleistung bewirkt auch eine schnelle Alterung der Detektoreinheit (Szintillator und Photoelektronenvervielfacher) bzw. kann zur Zerstörung/Ausfall führen.**

Die sicherste Methode um eine solche Situation zu vermeiden, ist die Montage eines zweiten radiometrischen Meßsystemes, daß die Strahlungsintensität überwacht.

Beim Auftreten hoher Strahlung erfolgt ein Alarm und/oder der Strahlenschutzbehälter wird automatisch, z.B. über eine pneumatische Betätigung, abgeschaltet.

## 1.6. Optionen

### 1.6.1 Schrägdurchstrahlung

Klemmvorrichtungen für Rohrleitungen 80 ... 200 mm [3 ... 8 Zoll] äußerer Durchmesser, zur Verdoppelung der Meßstrecke: Teilnr. MTS-013550

### 1.6.2 Dichtemessungen in Behältern

Bei Dichtemessungen die in einen Behälter durchgeführt werden, wird die spezielle Vorrichtung MTS-13131 „Trenn A“-Dichte installiert.

Der Strahler befindet sich in einer Bleiabschirmung in einem Schutzrohr. Bauseits muß in dem Behälter ebenfalls ein geeignetes Schutzrohr angebracht sein, um den Strahlenschutzbehälterteil aufnehmen zu können. Dabei muß sichergestellt sein, daß ein Verbiegen des Schutzrohres ausgeschlossen ist, da dies Meßfehler zur Folge hätte.

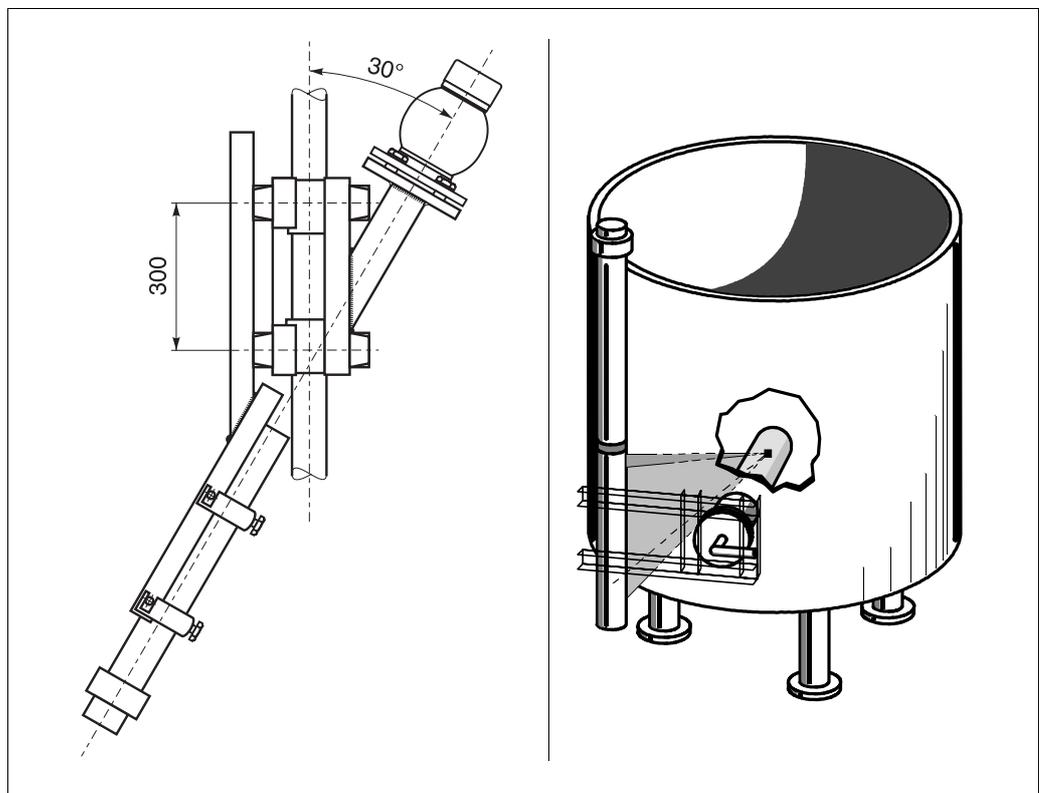


Abb. 1.11  
Vorrichtungen für Schrägdurchstrahlung und Dichtemessungen in Behältern

## 2. Vorbereitungen

### 2.1. Inbetriebnahme des Meßumformers FMG 573 Z/S

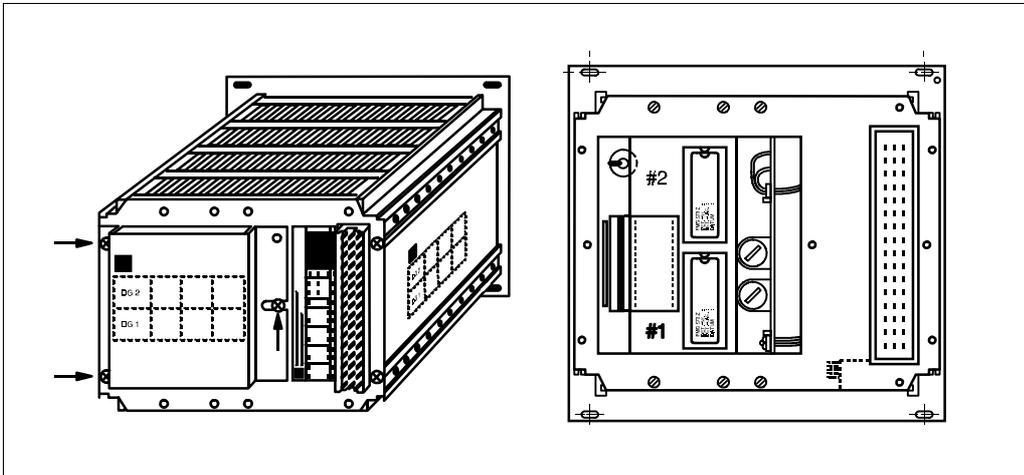


Abb. 2.1  
Rückseite FMG 573 S/Z

#### Allgemeines

Jedes FMG 573 Z/S, wenn es zusammen mit dem Detektor DG 57 geliefert wird, ist mit den entsprechenden EPROMs bestückt, die die detektorspezifischen Daten und das Betriebsprogramm für die Dichtemessung enthalten.

Eine Nachrüstung des FMG mit den EPROMs ist in Ausnahmefällen notwendig, z.B. bei Ersatzlieferung: Wenn das DG separat geliefert wird, befinden sich die benötigten EPROMs im Anschlußraum des Detektors.

1. Drehen Sie das FMG 573 Z/S um und stellen Sie es auf eine Unterlage auf.

**Achtung:** Nicht auf den Drehschalter stellen.

2. Entfernen Sie die Abdeckung von der Rückseite des Auswertegerätes wie in der Abbildung dargestellt - eine separate Leiterplatte mit zwei EPROM Fassungen ist jetzt zugänglich.

3. Stecken Sie die EPROMs in die entsprechenden Fassung Nr. 1 und Nr.2:  
Die entsprechende Nummer ist auf den Etiketten der EPROMs aufgedruckt. Beide EPROMs müssen die gleiche Softwareversion haben.

#### Hinweis:

Kontrollieren Sie, daß die Kodierkennzeichnungen auf den EPROMs mit der Abbildung übereinstimmen. Diese müssen zur Oberseite des Gerätes zeigen.

Falsche Anordnung zerstört die EPROMs beim Einschalteten der Betriebsspannung!

Kontrollieren Sie, daß die auf das Etikett des EPROMs aufgedruckte Nummer, z.B. CS 4375 D, mit der Nummer des DG 57, das angeschlossen werden soll, übereinstimmt.

Das gleiche Auswertegerät FMG 573 Z/S (2-Kanal Ausführung) kann für Dichte- und für Füllstandsanwendungen verwendet werden. Abhängig vom verwendeten Detektor DG 57, Füllstand oder Dichte, wird das entsprechende Betriebsprogramm mitgeliefert.

## 2.2. Bedienung des FMG 573 Z/S

### 2.2.1 Einleitung

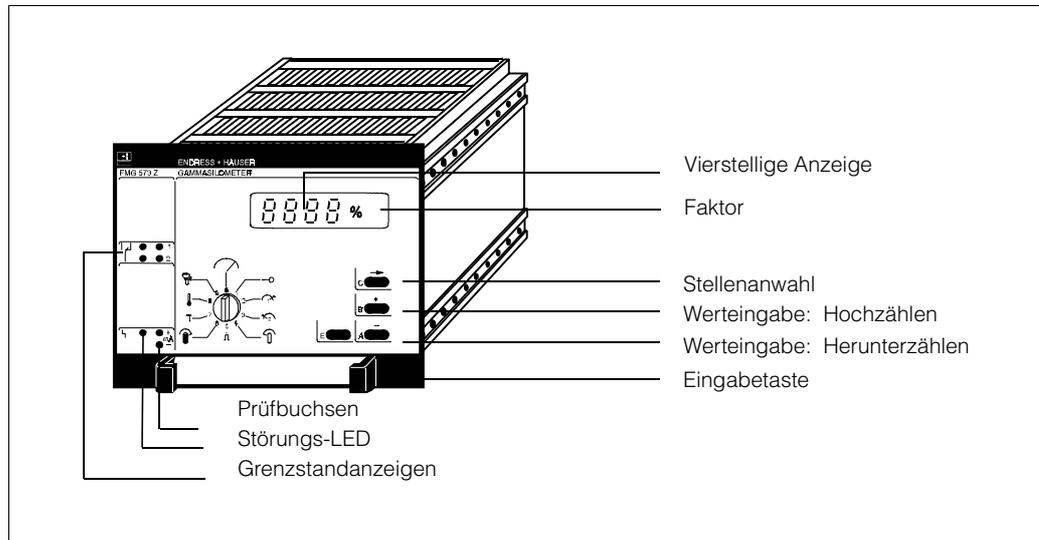


Abb. 2.2  
Bedienelemente

### Bedeutung der Symbole in der Grundebene

	Meßwert: Die Pfeiltaste → betätigen um die letzten 4 Stellen eines fünfstelligen Messwertes anzuzeigen. Alle 4 Dezimalpunkte blinken, z.B. <b>1.5352</b> : [1.535] → [5.3.5.2]
	Schlüsselstellung: Codeeingabe
	Eingabe des Grenzwertes 1: nicht wenn Relais 1 als Zähler verwendet wird
	Eingabe des Grenzwertes 2: nicht wenn Relais 2 als Vorwahlwert verwendet wird
	Zählrate N 100 für $\rho_{\min}$ [N/100 ms]
	Anzeige der aktuellen Zählrate [N/100 ms]
	Zählrate N 0 für $\rho_{\max}$ [N/100 ms]
	Integrationszeit [s]: Defaultwert ist 60 s
	Anzeige der Mediumtemperatur: nur bei Betriebsart 20
	Anzeige des Fehlercodes / Diagnose

Das FMG 573 Z/S wird über verschiedene Befehlsebenen betrieben:

1. Eine Grundebene
2. Mehrere Programmiererebenen.
  - 1.) In der Grundebene werden die Meßwerte angezeigt und die Grundeinstellungen können überprüft werden. Dies erfolgt durch Drehen des Drehschalters.
  - 2.) Die Programmiererebenen sind für die Kalibration und für den Kundendienst: Nach der Eingabe eines Codes (0045, 0145, ... 1045) in der Schalterstellung 1 ist der Zugriff auf elf Programmiererebenen möglich. Die Programmiererebenen sind entweder allgemein, z.B. Abgleich, oder anwendungsspezifisch, z.B. Massendurchflusseinstellungen. Abhängig von der eingegebenen Ebene bekommt jede Schalterstellung eine neue Bedeutung:

**Beispiel - Ebene 0145**

	Codeeingabe 0145
	Relais Betriebsart: Min./Max.-Sicherheit des Schaltpunktes Grenzscharter 1 oder Summenzähler
	Min./Max. Sicherheit des Schaltpunktes Grenzscharter 2
	Eingabe des Präparatsisotop: Cs 137 oder Co 60
	Analogausgang: 0 oder 4 ... 20 mA
	Analogausgang bei Störung: 01: 0 %; 02: - 10 %; 11: 100 %; 12: 110 % 20: Beibehalten des letzten Meßwertes
	Kleinste PFM Frequenz am Eingang 2
	Größte PFM Frequenz am Eingang 2
	Letzte Störungsmeldung. Mit Eingabetaste wird dieser Wert gelöscht.

**2.2.2 Ebenenwahl**

- 1.) Stellen Sie den Drehschalter auf Position 1
- 2.) Verwenden Sie den Cursor → um die zu ändernde Stelle anzuwählen: die angewählte Stelle blinkt.
- 3.) Mit 'Erhöhen' oder 'Verringern' die gewünschte Ebene anwählen, z.B. [0600]
- 4.) Wiederholen Sie Schritt 2.) und 3.) bis die Ebene vollständig angezeigt wird [0640 ... 0645]
- 5.) Betätigen Sie mit „E“. **Die bestätigte Ebene wird nun ständig angezeigt, z.B. [0645]**
- 6.) Drehen Sie den Drehschalter im Uhrzeigersinn zur gewünschten Schalterstellung (2 ... 9) um Parameter anzuzeigen oder zu verändern.
- 7.) Sobald die Schalterstellung (0) eingestellt oder überschritten wird, verläßt das Betriebsprogramm die gewählte Ebene und kehrt zur Grundebene zurück

**Anmerkungen**

- \* Wird eine falsche Ebene eingegeben, zeigt die Anzeige nach Betätigen von „E“ [0]
- \* Wenn die „0“ durch Betätigen von + oder – über- oder unterschritten wird, entsteht eine Bereichsüber- oder Unterschreitung bei der nicht angewählten linken Ziffer, z.B. [0800] - - [0790].

**2.2.3 Dateneingabe**

- 1.) Geben Sie die Programmierenebene in Schalterstellung (1) ein.
- 2.) Stellen Sie den Drehschalter auf die gewünschte Stellung Nr. (2 ... 9).
- 3.) Verwenden Sie den Cursor → um die einzugebende Stelle anzuwählen: die angewählte Stelle blinkt und Sie wollen z.B. (1.01) in (3.03) ändern.
- 4.) Wählen Sie die gewünschte Ziffer, z.B. (3.01) mit + 'Erhöhen' (oder – 'Verringern', bei einem anderem Zahlenwert).
- 5.) Wiederholen Sie Schritt 3.) und 4.) bis die Zahl vollständig angezeigt wird.
- 6.) Betätigen Sie mit der E-Taste: **die eingegebene Zahl wird jetzt ständig angezeigt, z.B. (3.03).**

## 2.3. Dichtemessungen in Rohrleitungen

### 2.3.1 Allgemeines

Die Qualität der Messung wird sehr stark von dem Montageort der Dichtemeßeinrichtung und den Prozessbedingungen beeinflusst:

- \* Luftblasen im Medium ergeben eine geringere Anzeige der tatsächlichen Mediumsdichte, da die Messung die Dichte vom Medium und die der Luft addiert.
- \* Ansatzbildung, Ablagerungen, Korrosion und Abrasion verändern den inneren Rohrdurchmesser und beeinflussen dadurch die Messung.
- \* Verwirbelungen nach Rohrkrümmern, T- oder U-förmigen Rohrleitungen können eine inhomogene Mischung verschiedener Flüssigkeiten oder Schlämme bewirken.

### Wahl des Meßortes

Die konstantesten Bedingungen werden erreicht bei:

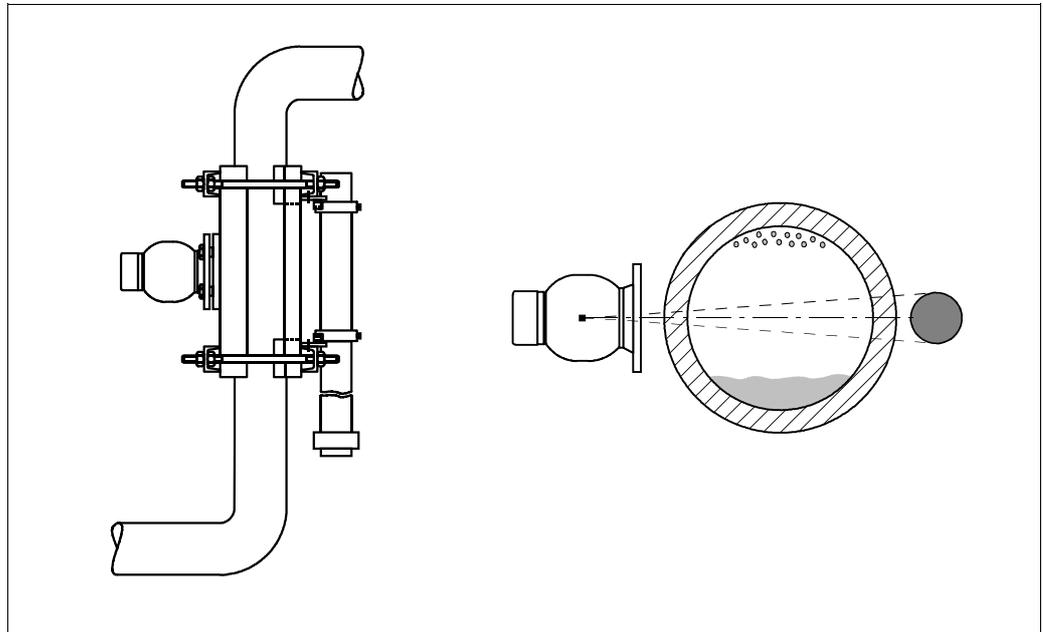


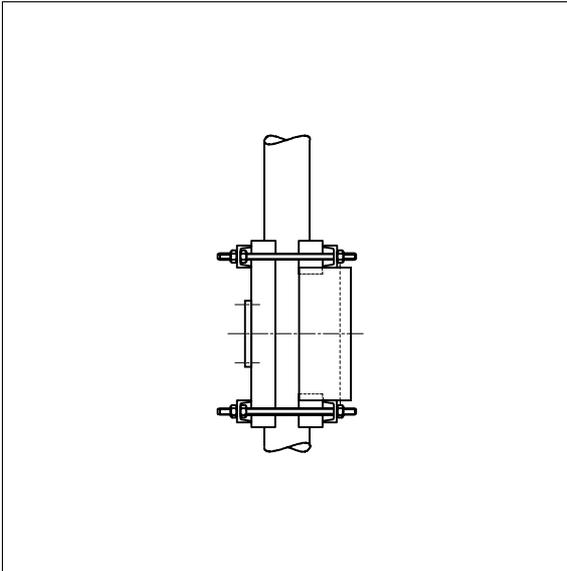
Abb. 2.3  
Anordnung: Dichtemessungen in  
Rohrleitungen

- Montage an senkrechten Rohrleitungen und bei einer Förderrichtung von unten nach oben.
- Sind nur waagrechte Rohrleitungen zugänglich, sollte der Strahlengang horizontal angeordnet werden: dies verringert den Einfluß von Luftblasen und Ablagerungen.

### 2.3.2 Bemerkungen

1. Stellen Sie sicher, daß die Rohrleitung das Gewicht der gesamten Meßanordnung tragen kann: QG 020 + DG 57 + Klemmvorrichtung (82 bis 112 kg) (bei QG 100 ca. 50 kg mehr)
2. Die Detektortemperatur darf 50 °C (122 °F) nicht überschreiten
3. Bei Montage im Freien muß der Detektor gegen direkte Sonnenbestrahlung und gegen zu tiefe Temperaturen (durch Isolation oder Heizung) geschützt werden (Schutzart IP 65).

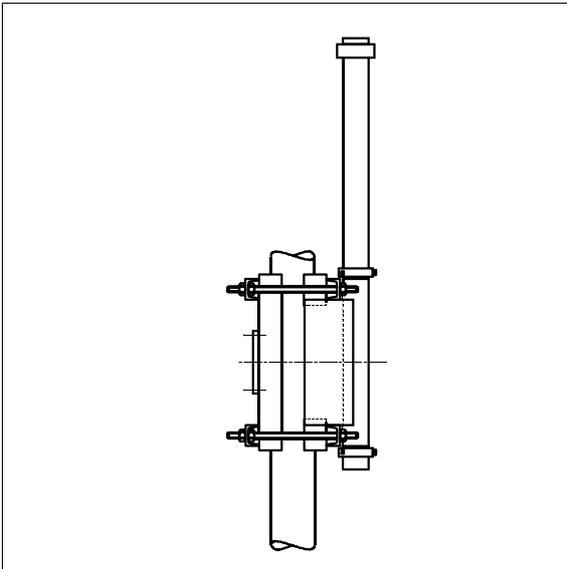
### 2.3.3 Montage



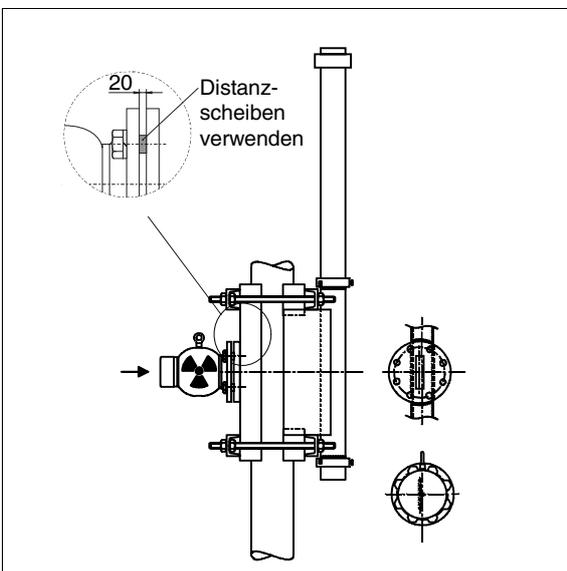
#### Achtung

Der Strahlenschutzbehälter darf nur eingeschaltet werden, wenn Medium in der Rohrleitung ist. Beachten Sie die Strahlenschutzbestimmungen!

- Befestigen Sie die Klemmvorrichtung ohne Detektor und Strahlenschutzbehälter an der Rohrleitung



- Montieren Sie den Detektor: die Kennzeichnungen für den aktiven Meßbereich müssen mit den Befestigungsauflagen der Klemmvorrichtung übereinstimmen.
- Bevorzugte Position des Detektorkopfes ist oben.



- Montieren Sie den Strahlenschutzbehälter
- die Transportöse stimmt mit der Richtung des Strahlenkanals überein: stellen Sie sicher, daß sie mit dem Schlitz an der Klemmvorrichtung übereinstimmt.

#### Hinweis:

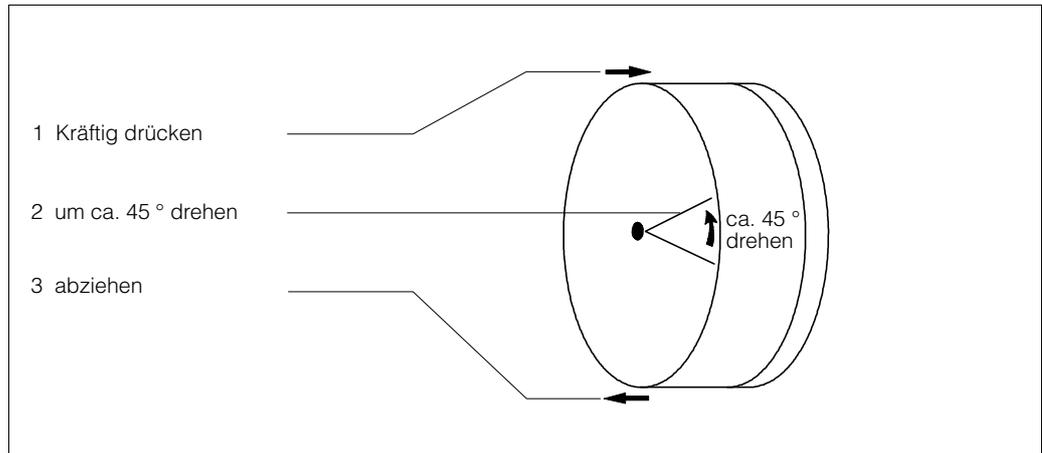
Beachten Sie dabei die asymmetrische Anordnung des Strahlenaustrittskanals vom Strahlenschutzbehälter.

**2.3.4 Strahlenschutzbehälter QG020/QG100 (Dichteausführung 13 337)**

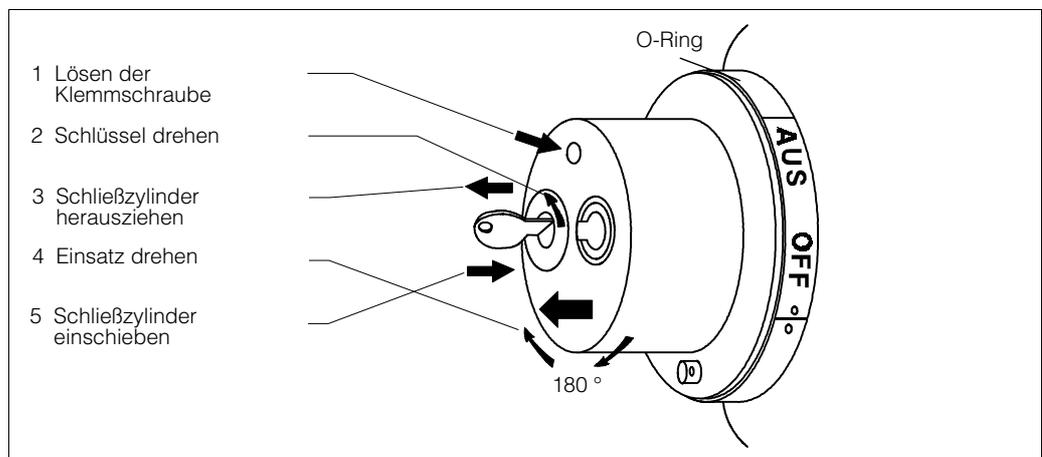
Der für Dichtemessungen verwendeten Strahlenschutzbehälter hat eine zusätzliche Fixierschraube (5 mm Innensechskantgewindestift) um Bewegung des Präparatsträgers zu vermeiden. Dies verhindert Bewegungen der Strahlenquelle bei Vibrationen.

Halten Sie den O-Ring, welcher die Schutzkappe abdichtet, mit Siliconfett (Langzeitschmierstoff) geschmiert!

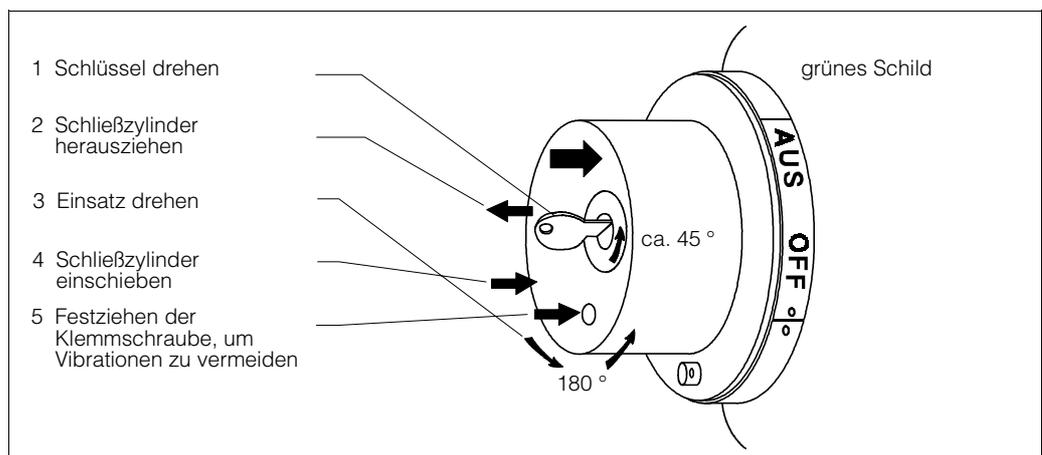
**A) Entfernen der Schutzkappe**



**B) Ausschalten**



**C) Einschalten**



## 3. Dichtemessung

### 3.1. Einleitung

#### 3.1.1 Übersicht der Meßanordnung

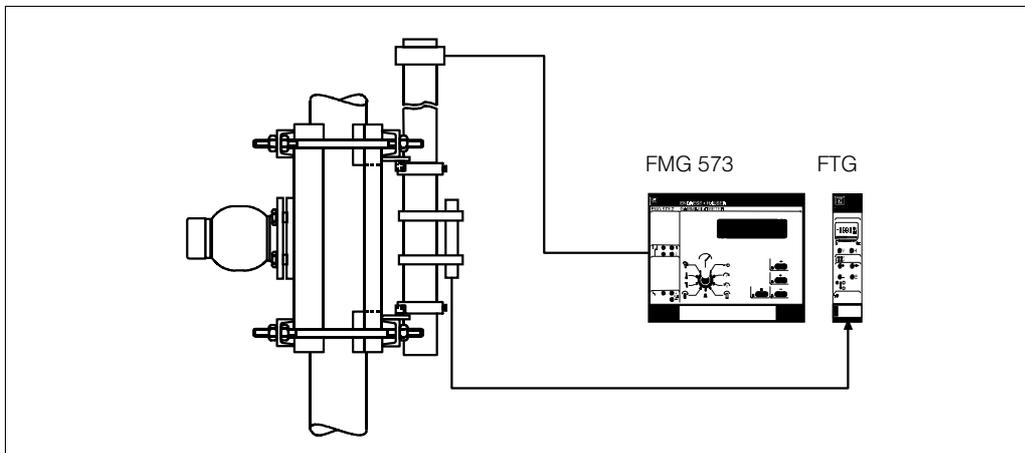


Abb. 3.1  
Meßanordnung für Dichtemessung

#### 3.1.2 Inhaltsverzeichnis für die schnelle Inbetriebnahme

	Kapitel	Seite
1. Elektrische Anschlüsse:	3.2	24
2. Programmierung des FMG 573 Z/S:	3.4	27
3. 2-Punktkalibration	3.5	32
4. Auswahl des Ausgangssignal		
• Dichte [Masse/Volumen]	3.8.1	34
• % Konzentration	3.8.2	34
• % Feststoffe [Masse]	3.8.3	36
• Feststoffanteil		
* % Volumen	3.8.4	38
* Masse/Volumen	3.8.5	40
5. Schaltpunkte der Grenzschanter	3.9	42

### 3.2. Elektrischer Anschluß

#### Wichtiger Hinweis

Beachten Sie bitte außer den folgenden Kapiteln in dieser Betriebsanleitung unsere Projektierungshinweise und die Strahlenschutzverordnung; außerdem bei Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen die Prüfungsscheine sowie die einschlägigen Explosionsschutz-Vorschriften.

#### 3.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S

Das FMG 573 Z/S ist ein 28 TE Auswertegerät in 19" Ausführung. Es wird entweder in ein Racksyst Feldgehäuse (IP 65) oder in einen 19" Racksyst Baugruppenträger eingebaut. Die Federleiste im Baugruppenträger oder Feldgehäuse muß entsprechend DIN 41612, Ausführung F ausgeführt werden.

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S muß außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche installiert werden.

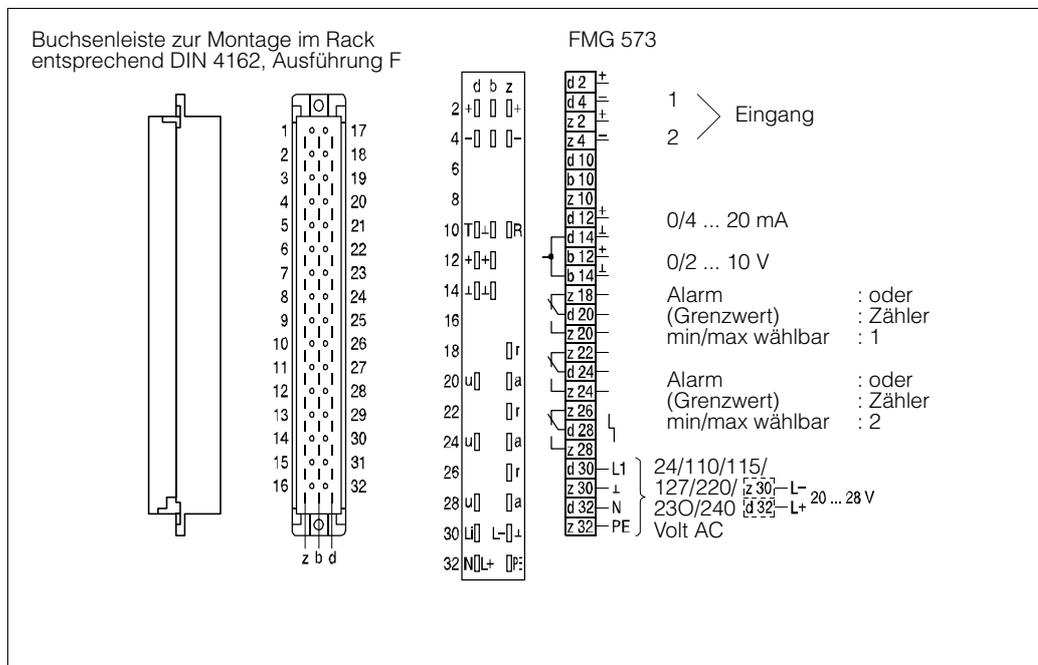


Abb. 3.2  
Anschluß FMG 573 Z/S

#### Typische Fehlermeldungen

- E401 Kein Signal vom DG 57 – überprüfen Sie die Verdrahtung und deren Polarität.
- E901 Zählrate ist außerhalb des Meßbereiches – normale Meldung, wenn die Meßeinrichtung noch nicht fertig kalibriert ist.

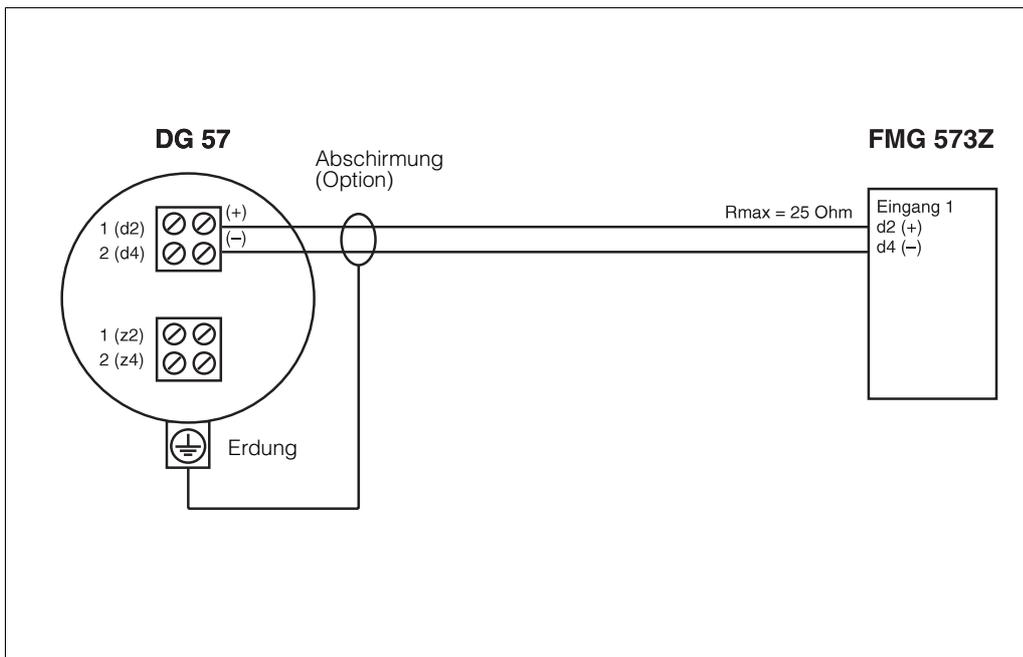
**3.2.2 Verdrahtung in nicht-explosionsgefährdeten Bereichen (FMG573Z)**

Abb. 3.3  
Verdrahtung in  
nicht-explosionsgefährdeten  
Bereichen

### 3.2.3 Verdrahtung in explosionsgefährdeten Bereichen (FMG573S + Zenerbarriere)

#### 3.2.4 Explosionsgruppe IIB/IIC/T6

- Beachten Sie die Anleitungen der Sicherheitsbarriere und die PTB-Bescheinigungen
- Die eigensichere Schaltung der Sicherheitsbarriere ist mit der Potentialausgleichsleitung verbunden. Daher muß auch die gesamte Detektorverdrahtung mit der Potentialausgleichsleitung verbunden werden.
- Überprüfen Sie die maximal zulässigen Induktivitäts- und Kapazitätswerte der Verdrahtung wie sie in den PTB-Bescheinigungen angegeben sind.

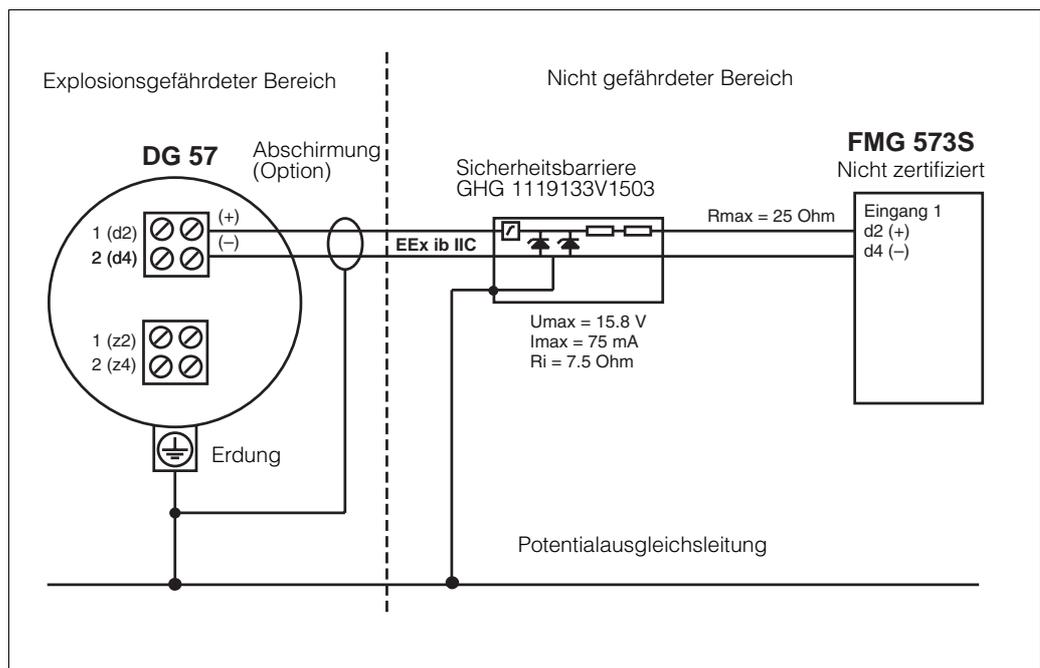


Abb. 3.4  
Verdrahtung in  
explosionsgefährdeten Bereichen  
EEx ib IIB/IIC

### 3.3. Kalibration

#### 3.3.1 Allgemein

Das radiometrische Dichtemeßsystem benötigt eine Kalibration mit Medium. Üblicherweise erfolgt dies durch Verwendung des Prozessmediums unter Betriebsbedingungen. Die tatsächliche Dichte muß durch eine Labormessung bestimmt werden.

Der Kalibrationswert wird immer in  $[\text{g}/\text{cm}^3]$  eingegeben

Wie bei jedem kalibrationsbedürftigen Meßsystem wird die Genauigkeit direkt durch die Qualität der Laboranalyse beeinflusst!

Stellen Sie sicher, daß die Mediumstemperatur während der Laboranalyse mit der Prozesstemperatur übereinstimmt

#### 3.3.2 Einpunkt- oder Zweipunktkalibration

Um eine verlässliche Messung zu erreichen sollte die Zweipunktkalibration verwendet werden: In diesem Fall errechnet das FMG 573 Z/S automatisch den linearen Absorptionskoeffizienten ( $\mu$ ) aus den Kalibrationsdaten.

- Für zuverlässige Messungen sollte die Differenz zwischen den zwei Kalibrationspunkten mindestens  $1/3$  des Meßbereiches betragen.

Wenn dies mit dem Prozessmedium nur schwer zu erreichen ist, kann Wasser eine Alternative für einen Kalibrationspunkt sein.

Wenn anfänglich nur ein Dichtewert kalibriert werden kann, kann das Einpunktkalibrationsverfahren für die schnelle Erstinbetriebnahme verwendet werden.

- Die Einpunktkalibration bietet eine ausreichende Genauigkeit um den Kalibrationswert. Für Regelungen kann dieses ausreichend sein. Jedoch kann die Steigung der Kalibrationskurve zu steil oder zu flach verlaufen. Für die Einpunktkalibration muß der lineare Abschwächungsfaktor eingegeben werden. Setzen Sie sich mit Endress+Hauser wegen des korrekten Wertes für Ihre Anwendung in Verbindung.

Um eine hohe Genauigkeit zu erreichen, kann später während des Betriebes die Kalibration vervollständigt werden, indem die Zweipunktkalibration durchgeführt wird.

#### 3.3.3 Kalibrationsarten

Bis zu drei verschiedene Kalibrationskurven können programmiert werden. Dies ist sinnvoll, wenn verschiedene Medien in einer Rohrleitung gemessen werden sollen.

- Beispiel: Schlämme in verschiedenen Trägerflüssigkeiten bei konstanter Feststoffdichte - das Ausgangssignal ist 'Feststoffgehalt' [Masse/Volumen]. Abhängig davon, welche der vier Kalibrationskurven gewählt wird, enthält der Abgleich die folgenden Kennwerte:

##### 1.) Zweipunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- Kalibrationsdichten ( $\rho_1, \rho_2$ ) und die entsprechenden Zählraten ( $N_1, N_2$ )

##### 2.) Einpunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- linearer Abschwächungskoeffizient  $[\mu]$
- Kalibrationsdichte und die entsprechende Zählrate ( $\rho_1, N_1$ )

### 3.4. Programmierung des FMG 573Z/S

Das Auswertegerät wird mit bestimmten Software - Werkseinstellungen (Default-Werten) ausgeliefert. Die erstmalige Einstellung dient der Überprüfung und der Änderung der Werkseinstellungen vor dem Beginn der Kalibration.

#### Software-Reset

Damit Sie nicht sämtliche Default-Werte überprüfen müssen, empfehlen wir Ihnen **vor der ersten Inbetriebnahme** einen **Software-Reset**.

Sie stellen damit sicher, daß versehentliche oder unbefugte Eingaben wieder auf die ursprünglichen Werkseingaben zurückgesetzt werden.

Achtung:

Falls schon kalibriert wurde und Werte im FMG 573 eingegeben sind, gehen diese bei einem Software-Reset verloren.

#### 3.4.1 Software-Reset

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	2607	Eingabe der Programmierenebene (Service)
9	0	2607	Mit „E“ wird der Softwarereset ausgelöst. Defaultwerte werden eingestellt. E 204 wird angezeigt und das Alarmrelais schaltet. Nach einer kurzen Zeit erscheint die Fehlermeldung E 901 (übliche Anzeige, wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist).

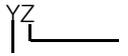
#### 3.4.2 Erstmalige Inbetriebnahme

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	3500	Eingabe der Programmierenebene (Sensordaten)
6	XXXX		Die angezeigte CS/Co Nummer muß mit der Cs/Co-Nr. des angeschlossenen DG 57 übereinstimmen!
1	0	0145	Eingabe der Programmierenebene
4	1	0 1	Wählen Sie das Isotop: dies beeinflußt die Zerfallskompensation 0 Co 60 1 Cs 137 (Default)
5	0	0 1	Auswahl des Analogausgangs 0 0 mA ... 20 mA/0 V ... 10 V (Default) 1 4 mA ... 20 mA/2 V ... 10 V
6	12	01 02 11 12 20 30	Verhalten des Analogausganges bei Störung: Meßbereichsanfang, z.B. 4 mA/2 V (Beispiel ist abhängig von der vorausgegangenen Auswahl) 02 – 10% des Analogmeßbereiches, z.B. 2,4 mA/1,2 V 11 20 mA/10 V 12 110 % des Analogmeßbereiches, z.B. 21,6 mA/10,8 V (Default) 20 Letzten Meßwert halten 30 wenn möglich: Weitermessen
1	0145	0345	Eingabe der nächsten Programmierenebene
2	10	10	Überprüfen Sie die Betriebsart 'nur Dichte (Default)
1 oder 0			Fortsetzung der Kalibration oder Ende

### Typische Störungsmeldungen

E901 Zählrate ist außerhalb des Anzeigebereichs:  
übliche Anzeige während der Grundeinstellung wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist.

### 3.4.3 Anwendung der Kalibrationsarten

Stufen- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0545 0445	Eingabe der Programmierenebene Zweipunktkalibration Einpunktkalibration
9	XX	YZ	Bedeutung der Eingabe YZ  Eingabe Satz 1 ... 4 leer: Freigabe des eingegebenen Satzes zur Änderung 1: Bestätigen des gewählten Satzes; Jede Änderung wird jetzt wirksam. 2: Löschen (!) des gewählten Satzes
9	XX	12	Beispiel Freigabe der Kalibrationskurve 2 für Neuabgleich
0			Ende

### 3.4.4 Verriegeln des Zugriffs auf die Kalibrationswerte

**Eine Verriegelung des Zugriffs soll die Kalibrationswerte vor unbeabsichtigten oder unberechtigten Änderungen schützen.**

Stufen- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	9999 2 1	Um die Kalibrationswerte zu verriegeln Aktivieren der 'Zweipunktkalibration' Aktivieren der 'Einpunktkalibration'
0			Ende

### 3.4.5 Änderung der Integrationszeit

Wert, der durch Vergrößerung die statistische Schwankung vermindert.  
Der Defaultwert ist 60 s.

Bitte beachten Sie das Kapitel 1.4.2 wegen der physikalischen Einflüsse.

Stufen- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
7	60	XX	Eingabe der neuen Integrationszeit 1 ... 1000s
0			Ende

### 3.5. Zweipunktkalibration

#### Hinweis



- Die gesamte Meßreihe (DG 57, FMG 573Z/S) muß mindestens 6 Stunden in Betrieb sein.
- Mit eingeschaltetem Strahlenschutzbehälter bei Medium im Strahlengang.  
Mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.
- Stellen Sie sicher, daß der Präparatsträger bei Betrieb immer fixiert ist (siehe Kap. 2.2.3). Notieren Sie alle eingegebenen Werte, auch das Datum, die Kalibrationswerte und die Zählraten.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	x	10	Dichtemessung
3	X	2	Überprüfen Sie ob die Kalibrationsart 'Zweipunktgleich' gewählt ist (Defaultwert)
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. die Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm] durch das Medium.
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsbeginns [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]; – Wenn das Meßergebnis Massenanteil [Masse/Volumen] sein soll, geben Sie die Dichte des Trägermediums [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ] ein.
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsendes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (kleinere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	1	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_1 =$ kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_1$ [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_2$ (größere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	2	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_2 =$ kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_2$ [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende

#### Mögliche Fehlermeldungen

- E820  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$ . Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung Nr. 2 und Nr. 3 ein oder Die Kalibrationsdichten  $\rho_1$  und/oder  $\rho_2$  befinden sich außerhalb des eingegebenen Meßbereiches der durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  festgelegt wurde.
- E821 Der kalibrierte Dichtewert  $\rho_1/\rho_2$  oder die Zählrate  $N_1/N_2$  ist = 0, oder die Kalibrationsdichte  $\rho_1$  ist größer als  $\rho_2$  - berichtigen Sie die Werte in Schalterstellung Nr. 5, Nr. 7 und entsprechend in Nr. 8
- E901 Die Zählrate befindet sich außerhalb des festgelegten Meßbereiches: überprüfen Sie, ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt.

### 3.5.1 Ermittlung einer Kalibrierplatte

Eine Stahlkalibrierplatte (Dicke auf Anfrage) wird zwischen dem Strahlenschutzbehälter und der Rohrleitung im Strahlungsweg eingeschoben. Sie simuliert eine Dichteänderung des Meßmediums. Die äquivalente Dichte wird auf die Platte aufgetragen.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (min. Dichte) befüllen. Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, 5 Minuten warten			
0	X.XXXX		Dichte bis zum 4. Dezimalplatz notieren ( $\Rightarrow$ drücken, um 4. Dezimalplatz anzuzeigen)
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	1	Anwahl des Einpunktkalibrierung
1	0345	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der notierten Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

### 3.5.2 Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte

Es wird empfohlen, das System regelmäßig nachzukalibrieren. Somit werden Meßabweichungen kompensiert, die von Ansatz und Abrieb des Rohrs verursacht werden. Die Meßbedingungen der ursprünglichen Platten-Kalibrierung müssen wiederhergestellt werden. Das System muß mindestens eine Stunde im Einsatz gewesen sein.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium befüllen, welches bei der Ermittlung der Kalibrierplatte benutzt wird			
1	X.XXXX	0945	Eingabe der Programmierenebene
6	X.XXXX	1	Abgleichmodus 1: automatisch*
1	X.XXXX	0445	Eingabe der Programmierenebene
8	X.XXXX		Überprüfen, ob Plattendichte angezeigt wird, wenn nicht, Nachkalibrierung wie folgt durchführen
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte der Kalibrierplatte [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationssatzes Nr. 1
Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			
Anschlüsse z10 und b10 für mindestens eine Sekunde kurzschließen Die Nachkalibrierung wird automatisch gestartet und dauert etwa 10 Minuten. Während dieser Zeit wird Fehlermeldung E 902 angezeigt.			
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

\*Vorgang mit manuellem Start, siehe Abschnitt 6.1.1.

### 3.6. Einpunktkalibration



#### Bemerkung:

Die gesamte Meßreihe muß für mindestens 6 Stunden in Betrieb sein. Mit eingeschaltetem Strahlenschutzbehälter bei Medium im Strahlengang. Mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.

Stellen Sie sicher, daß der Präparatsträger während des Betriebes immer fixiert ist (siehe Kap. 2.3.3). Notieren Sie alle eingegebenen Werte, auch das Datum, die Kalibrationswerte und die Zählrate.

Dreh schalter-	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	2	1	Wahl der Einpunktkalibrationskurve
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. der Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm]. <b>Bemerkung:</b> Diesen Wert genau eingeben. Er beeinflußt direkt die Berechnung der Absorption.
1	0	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	1	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	– Eingabe des Dichtemeßbereiches-anfangs [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]. – Wenn das Ausgangssignal Feststoffanteil (Masse/Volumen) sein soll, Eingabe der Dichte der Trägerflüssigkeit [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ].
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichendes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
4	6.154	XXXX	Eingabe des linearen Abschwächungskoeffizienten [ $\mu$ ]
6	XXXX(X)		Aktuelle Zählrate [N/100 ms] <b>Vorgehen</b> 1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium. 2. Warten Sie mindestens 5 Minuten , bevor Sie die Zählrate ablesen. 3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der <b>E-Taste</b> .
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	1.500	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationsatzes Nr. 1
0			Ende

### 3.7. Übernahme der Einpunkt- zur Zweipunktkalibration

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	1	2	Wahl des Zweipunktkalibrationsverfahrens
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	11	1	Änderung der Kalibrationskurve Nr. 1
5	1  XX	31  32  1  2	<p>1. Übertragen der Kalibrationsdaten (Dichte und Zählrate) von der Einpunktkalibration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_1</math> = kleine Kalibrationsdichte verwendet</li> <li>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte verwendet</li> </ul> <p>Eingabewert mit E quittieren</p> <p>2. Zweiten Punkt kalibrieren Eingabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 <math>\rho_1</math> = kleinere Kalibrationsdichte (wenn vorher 32 gewählt wurde)</li> <li>2 <math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte (wenn vorher 31 gewählt wurde)</li> </ul>
6	XXXX(X)		<p>Aktuelle Zählrate [N/100 ms]</p> <p><b>Vorgehen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium</li> <li>2. Warten Sie mindestens 5 Minuten, bevor Sie die Zählrate ablesen</li> <li>3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der <b>Eingabetaste</b>.</li> </ol>
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	X.XXX(X)	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationsatzes Nr. 1
0		11	Ende

#### Mögliche Fehlermeldungen

- E801  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$ . Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung 2 und 3 ein.
- E810 Kalibrationsdichte bei der Einpunktkalibrierung ist außerhalb des durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  bestimmten Bereiches.
- E901 Zählrate ist außerhalb des Anzeigebereiches:  
Überprüfen Sie ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt.

### 3.8. Wahl des Ausgangssignales

Bei allen internen Berechnungen des FMG573Z/S werden Werte in der Einheit  $[g/cm^3]$  verwendet. Abhängig von der Anwendung, dem Industriezweig und des Landes können andere technische Einheiten verwendet werden.

#### 3.8.1 Für Flüssigkeiten und Lösungen: Umwandlung von $[g/cm^3]$ in andere internationale technische Einheiten [Masse/Volumen]

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	1	Wahl der Umrechnungs-Einheit
3	1.01	X.XX	Wahl Dichte-Meßeinheit: Masse            Volumen 1 = g            01 = $cm^3$ 2 = kg          02 = $dm^3, l$ 3 = t            03 = $m^3$ 4 = oz          04 = $in^3$ 5 = lb          05 = $ft^3$ 6 = sh cwt    06 = $yd^3$ 7 = cwt        07 = fl.oz/GB 8 = sh tn      08 = fl.oz/US 9 = tn          09 = gal/GB 10 = gal/US
1	0845	0345	Eingabe der Programmierenebene
8	X.XXX(X)		Anzeige des Meßbereichsanfang des Analogausganges; ausgehend von $\rho_{min} [g/cm^3]$ , wie im Kalibrationsablauf vorher festgelegt, und in die gewählte technische Einheit umgerechnet.
9	X.XXX(X)		Anzeige des Meßbereichsende des Analogausganges; ausgehend von $\rho_{max} [g/cm^3]$ , wie im Kalibrationsablauf vorher festgelegt und in die gewählte technische Einheit umgerechnet.
0			Ende

#### Mögliche Fehlermeldungen

E900            Die angezeigte Zahl ist größer als 9999.  
Überprüfen Sie, ob die gewählte technische Einheit zu dem Anzeigebereich paßt.

#### 3.8.2 Flüssigkeiten und Lösungen: % Konzentration

Das FMG ermöglicht eine nichtlineare Umrechnung von Dichte in % Konzentration. Dies erfolgt durch Eingabe einer Umrechnungstabelle mit bis zu 18 Wertepaaren. Das Betriebsprogramm interpoliert linear zwischen den einzelnen Punkten.

##### Beispiel

Äthanol + Wasser bei 20 °C  
Benötigter Meßbereich: 10 ... 30 %

##### Werte aus Tabelle:

%	0	1	0	20	30	40	50
Dichte	0,9987	0,9818	0,9687	0,9540	0,9351	0,9139	

(Werte auf 4 Stellen nach dem Komma runden)

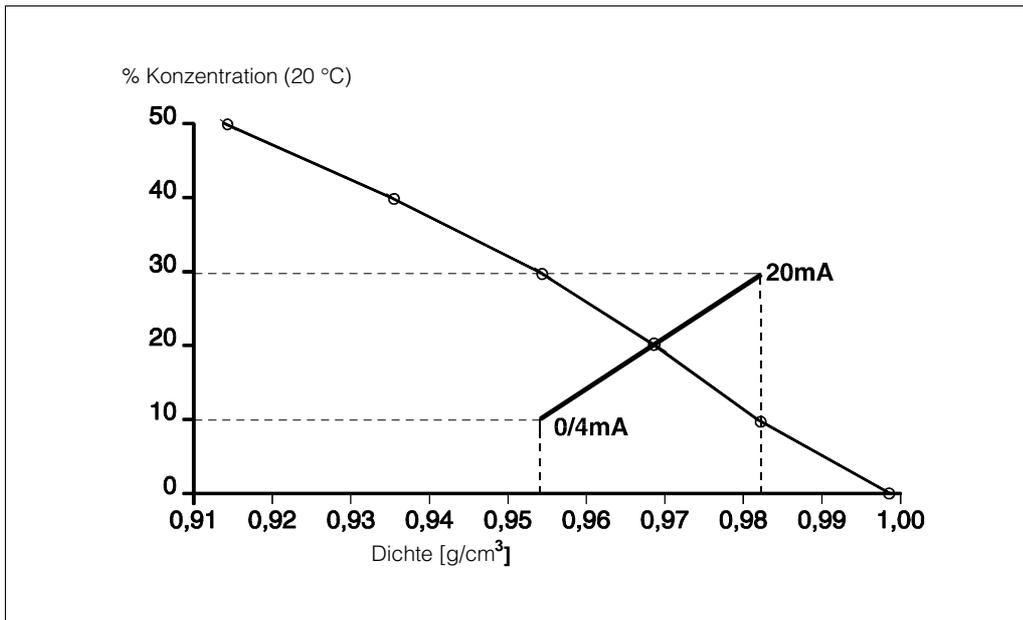


Abb. 3.5  
Umrechnung von Dichte in %  
Konzentration

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	3	Eingabe der Umrechnungsart „Konzentration“
7	1	1	Überprüfen/Eingabe des ersten Wertes der Umrechnungstabelle
8	0.00 %	10	Eingabe von % Konzentration; der erste Tabellenwert ist der Meßbereichsanfang des Analogausganges.
9	0.000	0.9818	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ]
7	1	2	Eingabe des Tabellenwertes Nr. '2'
8	0	20	Eingabe des nächsten Wertes % Konzentration
9	0.00 %	0.9687	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ]
7	2	3	Eingabe Tabellenwert Nr. '3'
8	0.00 %	30	Eingabe des letzten %-Konzentrationswertes, der letzte Tabellenwert ist das Meßbereichsende des Analogausganges
9	0.000	0.9540	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ]
0			Ende

**Mögliche Fehlermeldungen**

**E710** Die Tabellenwerte für % Konzentration müssen streng monoton ansteigen oder abfallen. Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen Sie die Tabelle. Um sie zu löschen muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die Tabelle neu eingegeben werden.

**E711** Die Tabellenwerte für Dichte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen. Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen Sie die Tabelle. Um sie zu löschen muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die Tabelle neu eingegeben werden.

**3.8.3 Schlammessung: Feststoffanteil [% Masse]**

Zur Umrechnung von Dichte in Feststoffanteil (% Masse) kann eine Tabelle mit bis zu 18 Wertepaaren eingegeben werden. Das Betriebsprogramm interpoliert linear zwischen zwei Werten. Die Umrechnungsgleichung ist:

$$\% \text{ Feststoff} = \frac{1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho}}{1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}} \times 100 \%$$

$$\rho = \frac{\rho_{\text{Träger}}}{1 - \frac{\% \text{ Feststoff}}{100 \%} \times \left(1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}\right)}$$

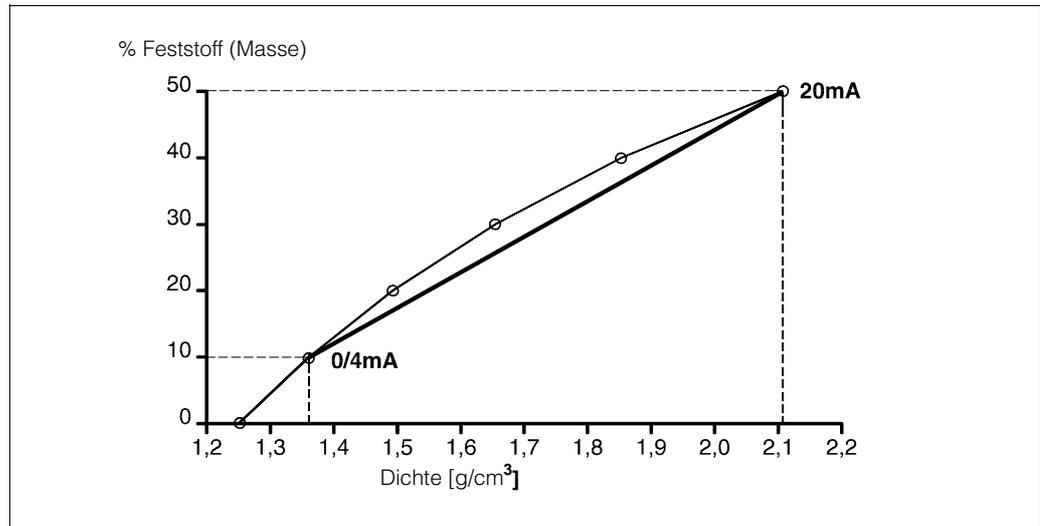


Abb. 3.6  
Umrechnung von Dichte in  
Feststoffanteil

Abhängig von der benötigten Genauigkeit und Auflösung muß eine Tabelle erstellt werden:

**Beispiel**

$\rho_{\text{Trägerflüssigkeit}}$ : 1,250 g/cm<sup>3</sup>  
 $\rho_{\text{Feststoff}}$ : 6,700 g/cm<sup>3</sup>  
 Meßbereich: 10 ... 50 %

Tabellennr.:	1	2	3	4	5
% Feststoff:	10	20	30	40	50
Berechnete Dichte 'ρ':	1,3607	1,4929	1,6535	1,8529	2,1069

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	3	Eingabe der Umrechnungsbetriebsart „Konzentration“
7	1	1	Überprüfen/Eingabe der Tabellennr. '1'
8	0.00	10	Eingabe von % Feststoffanteil; Der erste Tabellenwert ist der Meßbereichs-anfang des Analogausganges
9	0.000	1.3607	Eingabe des vorher berechneten entsprechenden Dichtewertes [ $\text{g/cm}^3$ ]
7	1	2	Eingabe von Tabellenwert Nr.2
8	0.00 %	20	Eingabe des nächsten Tabellenwertes % Feststoffanteil
9	0.000	1.4929	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [ $\text{g/cm}^3$ ] usw.
etc.			
7	4	5	Eingabe von Tabellenwert Nr. 5
8	0.00 %	50	Eingabe des letzten % Feststoffanteilwertes der Tabelle, der letzte Wert ist der Meßbereichs-endwert des Analogausgangs.
9	0.000	2.1069	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [ $\text{g/cm}^3$ ]
0			Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

- E710 Die Werte für % Feststoffanteil müssen streng monoton ansteigen oder abfallen. Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen. Um sie zu löschen, muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die Tabelle neu eingegeben werden.
- E711 Die Werte für die Dichte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen: Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen. Um sie zu löschen muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die Tabelle neu eingegeben werden.

### 3.8.4 Schlammessung: Feststoffanteil [% Volumen]

Die Umrechnung von Dichte in Feststoffanteil [% Volumen] ist linear. Die beiden manuell errechneten Minimum- und Maximumwerte müssen eingegeben werden.

Die verwendete Berechnung ist:

$$\text{Feststoffanteil [\% Volumen]} = \frac{\rho - \rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}} - \rho_{\text{Träger}}} \times 100 \%$$

$$\rho = \frac{\text{Feststoff (\% Volumen)} \times (\rho_{\text{Feststoff}} - \rho_{\text{Träger}})}{100 \%} + \rho_{\text{Träger}}$$

#### Beispiel

r Trägermedium:	1,000 [g/cm <sup>3</sup> ]
$\rho$ Feststoff:	3,200 [g/cm <sup>3</sup> ]
benötigter Meßbereich:	10...30 %

#### Vorgehensweise

1.) Berechnung der entsprechenden Dichte für 10 %:

$$\rho = 10 \% \times \frac{(3,200 - 1,000)}{100 \%} + 1,000 = 1,220 \text{ g/cm}^3$$

2.) Berechnung der entsprechenden Dichte für 30 %:

$$\rho = 30 \% \times \frac{(3,200 - 1,000)}{100 \%} + 1,000 = 1,660 \text{ g/cm}^3$$

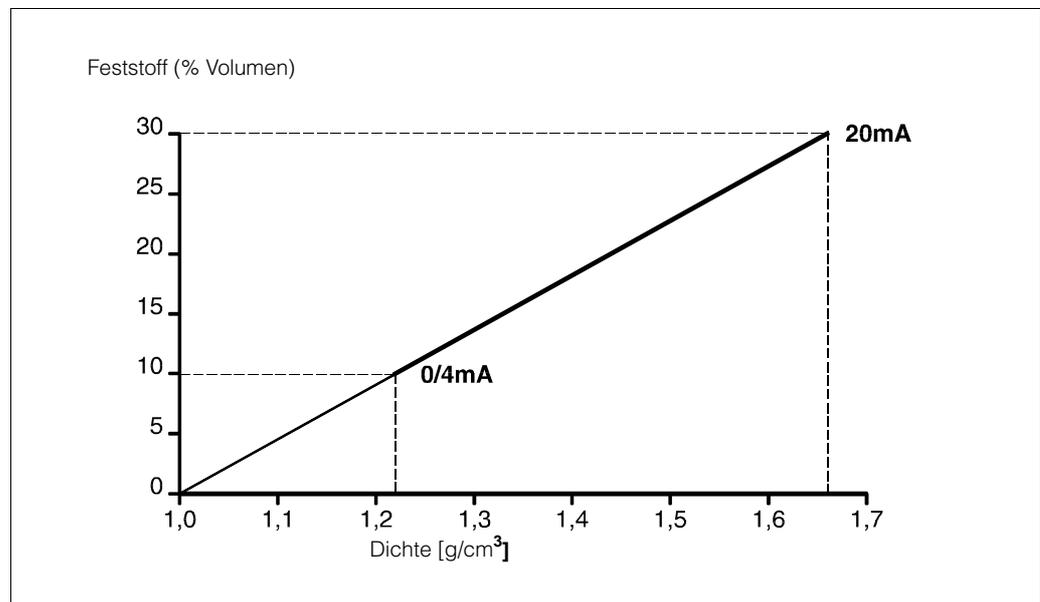


Abb. 3.7  
Umrechnung von Dichte in  
Feststoffanteil [% Volumen]

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	3	Wahl der Umrechnungsart „Konzentration“
7	1	1	Überprüfung oder Eingabe des ersten Tabellenwertes
8	0.00 %	10	Eingabe von % Feststoffanteil; der erste Tabellenwert ist der Meßbereichsanfang des Analogausganges
9	0.000	1.220	Eingabe des entsprechenden vorher berechneten Dichtewertes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
7	1	2	Eingabe von Tabellenwert Nr.2
8	0.00 %	30	Eingabe des zweiten % Feststoffanteilwertes, dieser Wert ist der Meßbereichsendwert.
9	0.000	1.660	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
0			Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

- E710 Die Werte für % Feststoffanteil müssen streng monoton ansteigen oder abfallen. Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen Sie die Tabelle. Um sie zu löschen, muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die gesamte Tabelle neu eingegeben werden.
- E711 Die Dichtewerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen. Tabelle überprüfen und korrigieren. Gegebenenfalls löschen Sie die Tabelle. Um sie zu löschen, muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden. Danach muß die gesamte Tabelle neu eingegeben werden.

### 3.8.5 Schlammessung: Feststoffe [Masse/Volumen]

Die Umrechnung von Dichte in Feststoffanteil [Masse/Volumen] erfolgt automatisch. Berechnet durch die folgende Gleichung:

$$\text{Feststoff [Masse/Volumen]} = \frac{\rho - \rho_{\text{Träger}}}{1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}}$$

Die Anzeige beginnt immer beim Wert '0' (Masse/Volumen).

Um das Meßbereichsende einzugeben, muß der entsprechende Dichtewert berechnet werden.

$$\rho = \text{Feststoff [Masse/Volumen]} \times \left(1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}\right) + \rho_{\text{Träger}}$$

Dieser Wert wird als pmax während der Kalibration eingegeben.

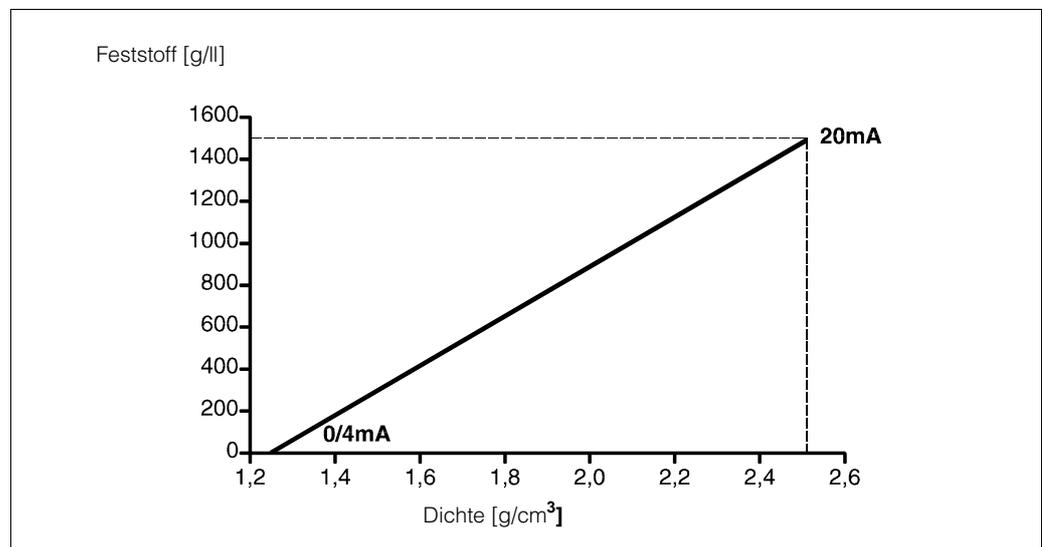


Abb. 3.8  
Umrechnung von Dichte in  
Feststoffanteil [Masse/Volumen]

#### Beispiel

$\rho_{\text{Träger}}$ :	1,250 [g/cm <sup>3</sup> ]
$\rho_{\text{Feststoff}}$ :	6,800 [g/cm <sup>3</sup> ]
Meßbereich:	0 ... 1600 g/l

#### Vorgehensweise

- 1.) Umrechnung vom [g/l] in [g/cm<sup>3</sup>]: 1600g/l = 1,6g/cm<sup>3</sup>
- 2.) Berechnung des entsprechenden Dichtewertes für 1,6 g/cm<sup>3</sup> [Masse/Volumen]

$$\rho = 1,6 \text{ g/cm}^3 \times \left(1 - \frac{1,250 \text{ g/cm}^3}{6,800 \text{ g/cm}^3}\right) + 1,250 \text{ g/cm}^3 = 2,556 \text{ g/cm}^3$$

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	2	Eingabe der Umrechnungsart '2'
3	1.01		Eingabe der (Masse/Volumen)-Einheit: X.XX 1 = g      01 = cm <sup>3</sup> 2 = kg     02 = dm <sup>3</sup> , l 3 = t       03 = m <sup>3</sup> 4 = oz     04 = in <sup>3</sup> 5 = lb     05 = ft <sup>3</sup> 6 = sh.cwt 06 = yd <sup>3</sup> 7 = cwt    07 = fl.oz/GB 8 = sh tn   08 = fl.oz/US 9 = tn      09 = gal/GB 10 = gal/US
		1.02	Beispiel: [g/l]
5	1.500	6.800	Eingabe der Dichte des Feststoffanteils [g/cm <sup>3</sup> ].
1	0845	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X		Überprüfen Sie welche Abgleichsbetriebsart gewählt wurde: 1 = Einpunktkalibration 2 = Zweipunktkalibration
1	0345	XXXX	Abhängig von der vorausgegangenen Überprüfung geben Sie die entsprechende Programmierenebene der Abgleichsbetriebsart ein: 0445: Einpunktkalibration 0545: Zweipunktkalibration
9	11	1	Kalibrationssatz Nr.1 wird verändert
2	X.XXX		Dichtewert der Trägerflüssigkeit [g/cm <sup>3</sup> ] eingeben. (Dieser Wert kann nur in der Einpunkt- oder der Zweipunktkalibrationsbetriebsart geändert werden.)
		1.250	
3	XXXX	2.556	Eingabe der berechneten Dichte bei dem höchsten Feststoffanteil
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationssatzes Nr.1
1	0445 0545	0345	Eingabe der Programmierenebene
9	1600		Anzeige des Meßbereichendes des Analogausganges überprüfen
0			Ende

### Mögliche Fehlermeldung

E900 Angezeigte Zahl ist größer als 9999: Überprüfen Sie, ob die gewählte technische Einheit zu dem Anzeigebereich paßt.

### 3.9. Schaltpunkte/Relaisausgänge

#### 3.9.1 Einleitung

Das FMG 573Z/S besitzt zwei unabhängige Relais, die in der Dichtemessung-Betriebsart als Schaltpunkte verwendet werden können.

Das Schaltverhalten jedes Relais wird durch 3 Einstellungen bestimmt:

- 1.) Schaltpunkt:  
0 ... 100 % bezogen auf den Analogausgangsmeßbereich
- 2.) Hysterese:  
0 ... 100 %; für das Zweipunktschaltverhalten von einem Relais, dieser Wert legt die Ein/Ausschaltpunkte fest.
- 3.) Sicherheitsschaltung: Min.- oder Max.-Sicherheit;  
Dies bestimmt die Verwendung der Relais:
  - Min. für den unteren Grenzstand
  - Max. für den oberen Grenzstand
 Die Einstellung beeinflusst auch, ob die Hysterese über oder unter dem tatsächlichen Schaltpunkt liegt.

Defaultwerte

	Schaltpunkt	Hysterese	Sicherheitsschaltung
Relais 1:	10 %	3 %	Min.
Relais 2:	90 %	3 %	Max.

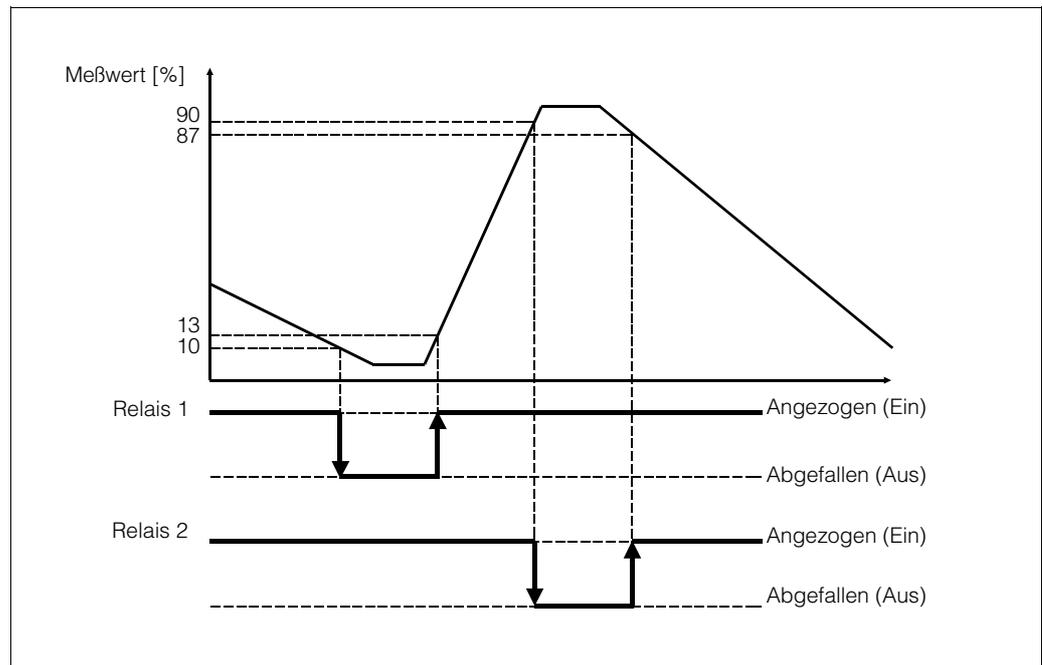


Abb. 3.9  
Min- und  
Max-Sicherheitsschaltung

Dreh- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
2	10,0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 1
3	90,0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 2
1	0045	0245	Eingabe der Programmierenebene
2	3,0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 1
3	3,0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 2
1	0245	0145	Eingabe der Programmierenebene
2	1.0	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 1 Minimum (Default) Maximum
3	1.1	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 2 Minimum Maximum (Default)
0	XXXX		Ende

### 3.10. Programmiermatrix Dichtemessung

	Betriebs-ebene	Grundein-stellung 2	• Relais-funktionen • Impuls-zähler	• Betriebsart • Kalibra-tionsart	Einpunkt-Kalibration	Zweipunkt-Kalibration	• Umrechn.d. techn. Einh. • Eingabe: Konzen-tration	Nach-kalibrierung	
1	Code 0045	Code 0145	Code 0245	Code 0345	Code 0445	Code 0545	Code 0845	Code 945	Code 1145 siehe Kapitel 6
2	Schaltpunkt Relais 1 [%]	Relais 1: Sicherheits-schaltung 1.0 Min- 1.1 Max-Sicherheit	Relais 1: Hysterese [%]	Betriebsart 10: Dichte-messung	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Wahl d. techn. Einheit 1: g/cm <sup>3</sup> 2: Feststoff-anteil 3: Konzen-tration		
	<b>10.0%</b>	<b>1.0</b>	<b>3.0%</b>	<b>10</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>		
3	Schaltpunkt Relais 2 [%]	Relais 2: Sicher-heitsschaltung 1.0 Min- 1.1 Max-Sicherheit	Relais 2: Hysterese [%]	Kalibrationsart 1: Einpunkt-kalibration 2: Zweipunkt-kalibration 9999: Verriegeln	Ende des Dichte-meßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Ende des Dichte-meßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Wahl der Dichteinheit Gewicht Volumen 1 = g 01 = cm <sup>3</sup> 6 = sh.cwt 06 = yd <sup>3</sup> 2 = kg 02 = dm <sup>3</sup> 7 = cwt 07 = f.l. oz (GB) 3 = t 03 = m <sup>3</sup> 8 = sh tn 08 = fl. oz (US) 4 = oz 04 = in <sup>3</sup> 9 = tn 09 = gal (GB) 5 = lb 05 = ft <sup>3</sup> 10 = gal (US)	Beispiel: [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>1.01</b>
	<b>90.0%</b>	<b>1.1</b>	<b>3.0%</b>	<b>2</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>			
4	Zählrate/ Abgleich $\rho_{min}$ [N/100 ms]	Präparatstyp 0: Co 60 1: Cs 137		Ent-/Verriegeln Abgleich-Code 0045/4+6 1111: Frei 9999: Verriegeln	Linearer Ab-schwächungs-koeffizient $\mu$ : (berechnet aus der 2-Punkt-Kal.)	K-Faktor	Dichtewert der Träger-flüssigkeit $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]		
	<b>5000</b>	<b>1</b>	<b>9999</b>	<b>9999</b>	<b>6.154</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>		
5	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft	Stromausgang 0: 0 ... 20 mA 1: 4 ... 20 mA		Strahlenweg durch das Medium [mm]	K-Faktor	Wahl des Kali-brationspunkts 1: $\rho_{klein}$ ; 2: $\rho_{groß}$ Von der 1-Pkt.-Kalibration 31: $\rho_{cal} = \rho_{klein}$ 32: $\rho_{cal} = \rho_{groß}$	Dichtewert des Feststoffes $\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Aktueller Meßwert	
	<b>xxxx</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>200</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>	<b>1.500</b>		
6	Zählrate Abgleich $\rho_{max}$ [N/100 ms]	Ausgangswert bei Störung: 02: -10 % 12: 110 % 20: Halten 01: 0 % 11: 100 % 30: Weitermessen			Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Aktueller Meßwert,	Eingabe Nach-kalibrierungs-modus 0: manuell 1: automat.	
	<b>4000</b>	<b>12</b>		<b>0</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>		
t	Zeitkonstante 0 ... 1000 s			Aktueller Meßwert, techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Umrechnungs-tabelle für Konzentration Eingabe Tabellen-Nr. 1 ... 18 33: Löschen	$\tau$ für Nach-kalibrierung	
	<b>60</b>	<b>200</b>	<b>1000</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>1</b>		
8			Simulation des Ausgangs-signals -10 % ... 110 %	Meßbereichs-anfang des Analogausg., techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Eingabe der Kalibrations-dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Eingabe der Kalibrations-dichte [g/cm <sup>3</sup> ]	Eingabe des % Konzen-trations-wertes	Fehlercode E902 0: Alarm Aus 1: Alarm Ein	
	<b>--</b>	<b>1200</b>	<b>xx%</b>	<b>xxxx</b>	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	<b>0,00%</b>	<b>1</b>	
9	Anzeige des aktuellen Fehlercodes	Letzter Fehler-code Löschen mit >E<	Anzeige der Betriebstage, Löschen mit >E<	Meßbereichs-ende des Analogausg., technischen Einheit wie in 0845 gewählt	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1-0.3 Satz-Nr. 1.X Bestäti-gung 2.X Löschen	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1-0.3 Satz-Nr. 1.X Bestäti-gung 2.X Löschen	Eingabe des entsprechen- den Dichte-wertes [g/cm <sup>3</sup> ]		
	<b>E-</b>	<b>Exxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>		

## 4. Massendurchfluß

### 4.1. Einleitung

#### 4.1.1 Übersicht der Meßanordnung

FMG 573 Z/S	Betriebsart 31	Betriebsart 32
Eingang 1:	DG 57	DG 57
Eingang 2:	TSP 8267	TSP 8267
Relais 1:	Schaltpunkt 1 oder als addierender Zähler	Schaltpunkt 1 oder als addierender Zähler
Relais 2:	Schaltpunkt 2 als addierender oder als voreingestellter Zähler	Schaltpunkt 2 als addierender oder als voreingestellter Zähler
Ausgang:	Feststoffgehalt (Massendurchflußanteil)	Massendurchfluß (gesamt)

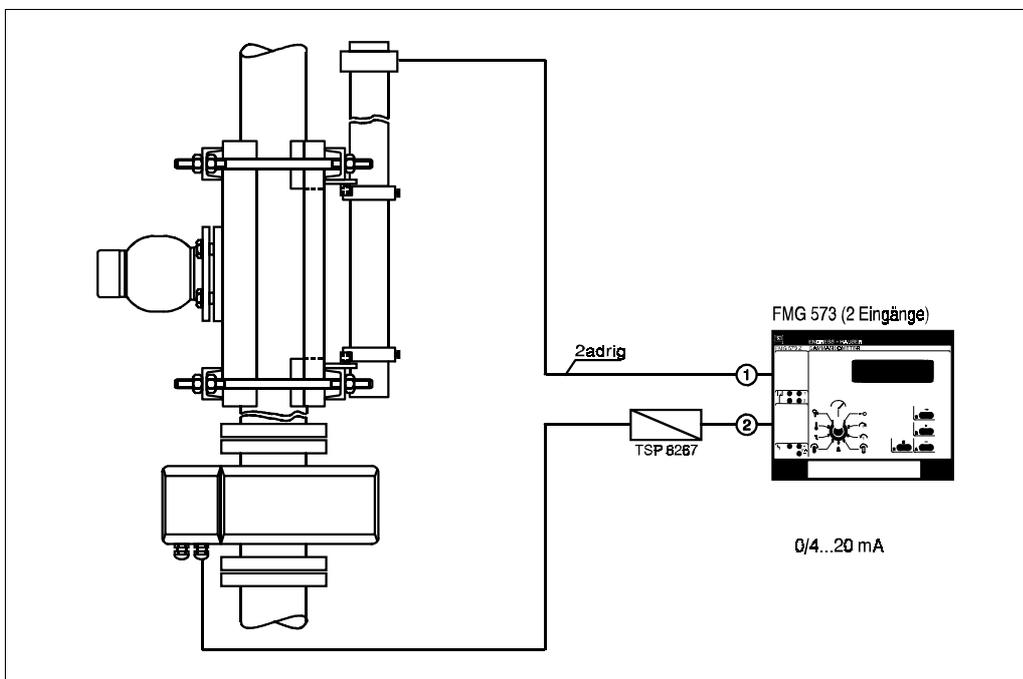


Abb. 4.1  
Meßanordnung für  
Massendurchfluß

#### 4.1.2 Inhaltsverzeichnis für die schnelle Inbetriebnahme

	<b>Kapitel</b>	<b>Seite</b>
1. Elektrische Verbindung	4.2	46
2. Inbetriebnahme des FMG 573 Z/S	4.4	50
3. Zweipunktkalibration	4.5	52
4. Eingabe des Durchflusses	4.8	56
5. Auswahl des Analogsignals	4.9	57
• Feststoffgehalt	4.9.1	57
• Massendurchfluß	4.9.2	60
6. Addierende Zählerfunktionen	4.10.3	62

## 4.2. Elektrische Verbindung

### Wichtiger Hinweis

Beachten Sie bitte außer den folgenden Kapiteln in dieser Betriebsanleitung unsere Projektierungshinweise und die Strahlenschutzverordnung; außerdem bei Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen die Prüfungsscheine sowie die einschlägigen Explosionsschutz-Vorschriften.

#### 4.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S

Das FMG 573 Z/S ist ein 28 TE breites Gerät in 19" Bauform. Es kann entweder in einen RACKSYST Baugruppenträger oder in einem Feldgehäuse (IP 65) montiert werden.

Die Federleiste im Baugruppenträger oder im Feldgehäuse muß der DIN 41612/Teil F entsprechen. (Für Einzelheiten beachten Sie bitte die untenstehende Abbildung).

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S muß außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche installiert werden.

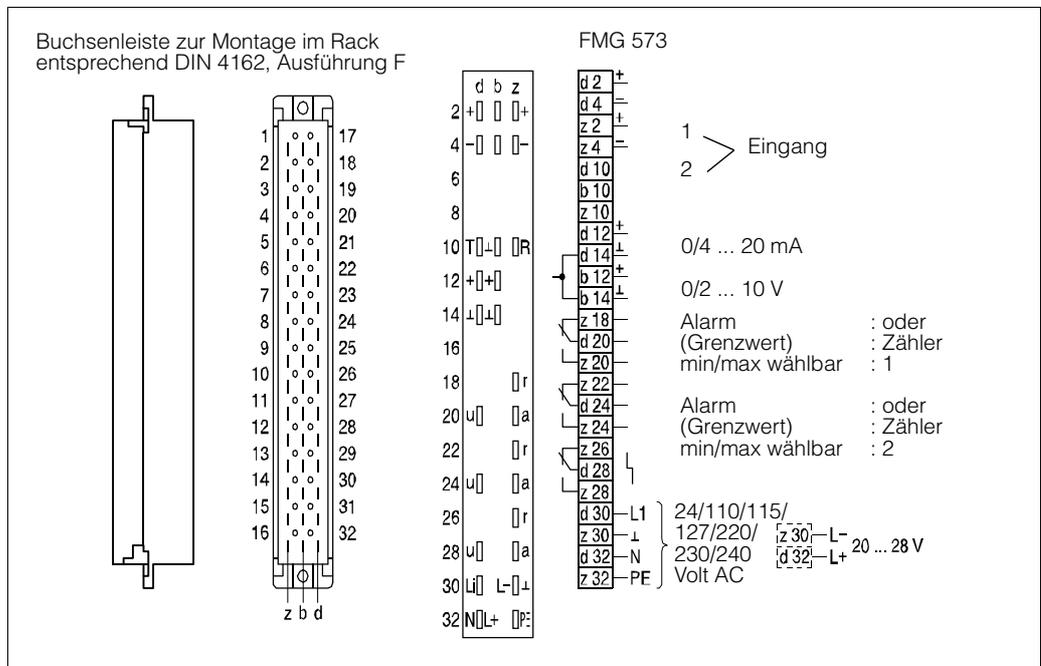


Abb. 4.2  
Anschluß FMG 573 S/Z

### Mögliche Fehlermeldungen

- E401** Kein Signal vom DG 57: Überprüfen Sie die Verdrahtung und deren Polarität
- E402** Kein Signal vom TSP 8267: Überprüfen Sie die Verdrahtung und deren Polarität
- E901** Zählrate außerhalb des Meßbereiches. Normale Meldung während der Erstinbetriebnahme, wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist.

#### 4.2.2 Montage des PFM Umsetzers TSP 8267

Dieses Gerät (4 TE, 19" Bauform) wandelt übliche Analogsignale (0/4 ... 20 mA oder 0/2...10 V) in ein spezielles von Endress+Hauser verwendetes PFM-Signal mit einer Frequenz von 200 ... 1200 Hz um.

Es wird neben das FMG 573 Z/S montiert um das separat gelieferte Durchflußsignal vom magnetisch-induktiven Durchflußmesser umzuwandeln.

#### Bemerkung

Die Analogeingänge sind nicht eigensicher. Notwendige Explosionsschutzmaßnahmen müssen im Durchflußmeßgerät oder in der Verdrahtung dazwischen getroffen werden.

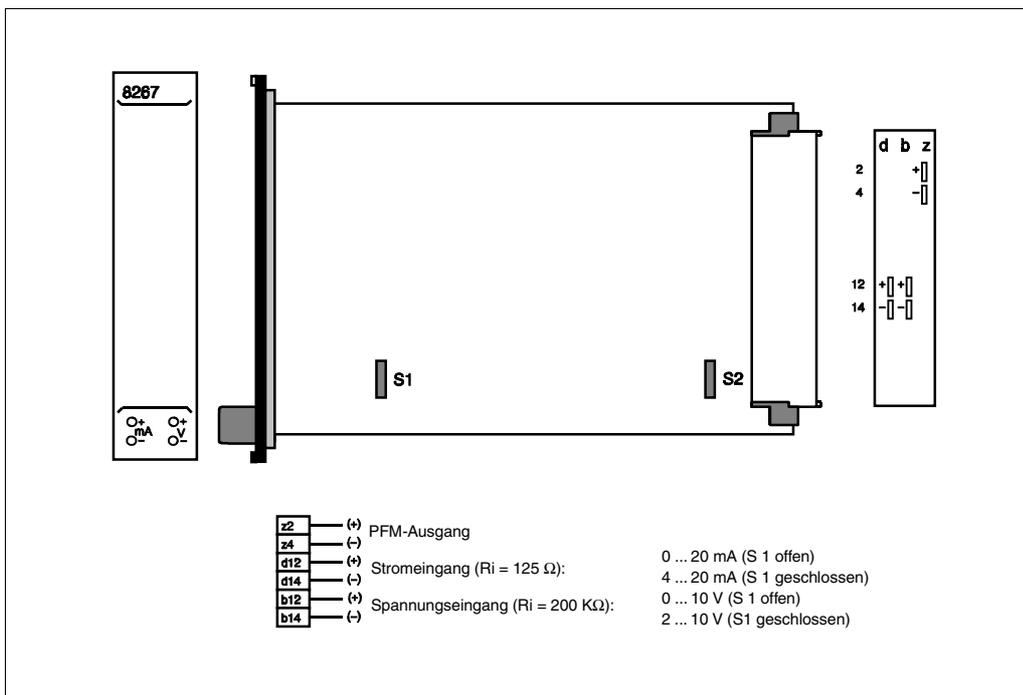


Abb. 4.3  
Racksystkarte TSP 8267

**4.2.3 Verdrahtung bei nicht explosionsgefährdeten Anwendungen**

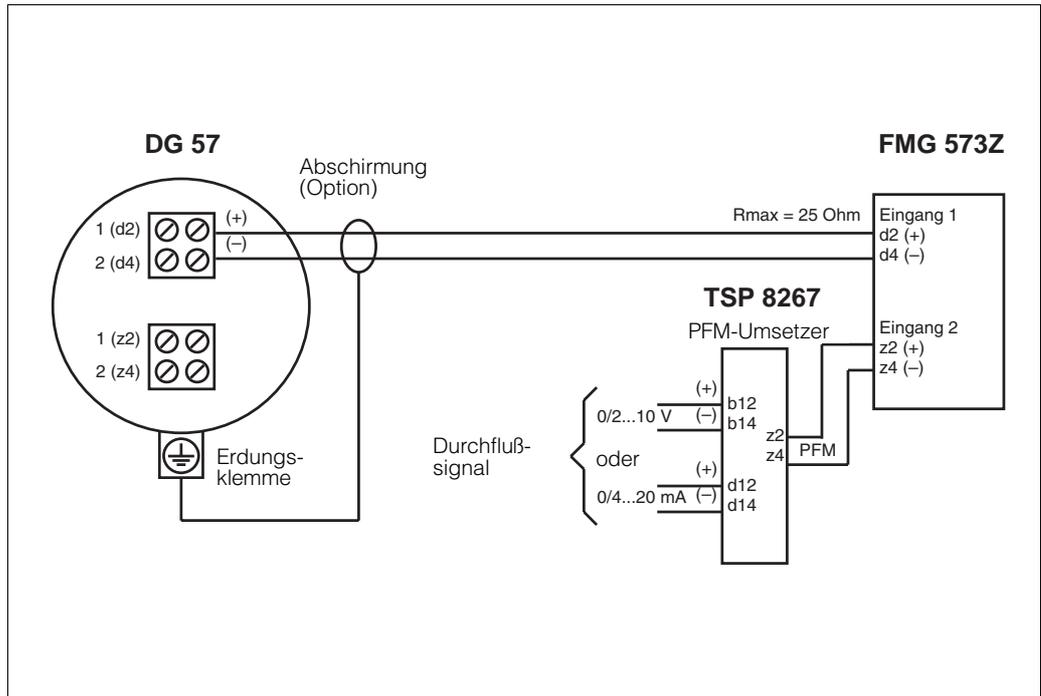


Abb. 4.4 Verdrahtung bei nicht explosionsgefährdeten Anwendungen

**4.2.4 Explosionsgefährdete Anwendungen**

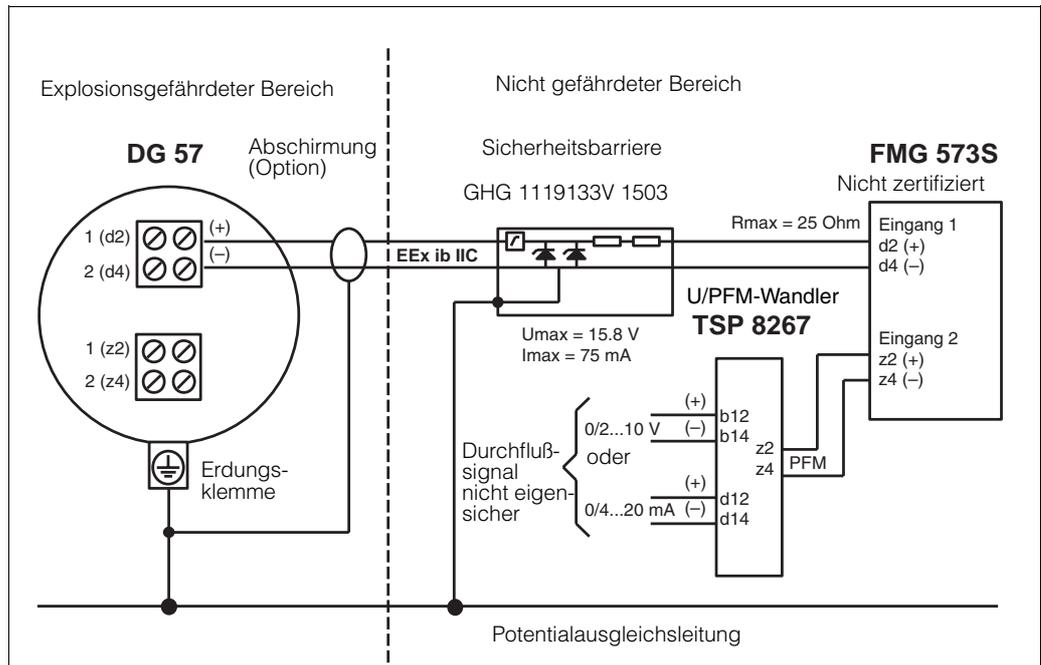


Abb. 4.5 Verdrahtung bei explosionsgefährdeten Anwendungen EEx ib IIB/IIC

**Verdrahtung für Bereiche entsprechend IIB/IIC T6**

- Beachten Sie die Anleitungen zu der Sicherheitsbarriere und die PTB-Bescheinigung
- Die eigensichere Schaltung der Sicherheitsbarriere ist über die Potentialausgleichsleitung geerdet. Deshalb muß die gesamte Sensorverdrahtung und das Detektorgehäuse an die Potentialausgleichsleitung angeschlossen werden.
- Prüfen Sie die maximal zulässigen Kapazitäts- und Induktivitätswerte der Verdrahtung entsprechend den PTB-Bescheinigungen

## 4.3. Kalibration

### 4.3.1 Allgemeine Hinweise

Das radiometrische Massendurchflußmeßsystem benötigt eine Kalibrierung im Prozess mit Medium. Üblicherweise erfolgt dies durch die Verwendung des Prozessmediums unter Betriebsbedingungen. Die tatsächliche Dichte muß durch eine Labormessung bestimmt werden.

Der Kalibrationswert wird immer in  $[\text{g}/\text{cm}^3]$  eingegeben.

Wie bei jedem kalibrationsbedürftigen Meßsystem hängt die erzielbare Genauigkeit direkt von der Qualität der Labormessung ab.

Beachten Sie, daß während der Labormessung die Mediumstemperatur mit der Prozesstemperatur übereinstimmt.

### 4.3.2 Einpunkt- oder Zweipunktkalibration

Um eine verlässliche Messung zu erreichen, sollte die Zweipunktkalibration verwendet werden: In diesem Fall errechnet das FMG 573 Z/S automatisch den linearen Absorptionskoeffizienten ( $\mu$ ) aus den Kalibrationsdaten.

- Für zuverlässige Messungen sollte die Differenz zwischen den zwei Kalibrationspunkten mindestens  $1/3$  des Meßbereiches betragen.

Wenn dies mit dem Prozessmedium nur schwer zu erreichen ist, kann Wasser eine Alternative für einen Kalibrationspunkt sein.

Wenn anfänglich nur ein Dichtewert kalibriert werden kann, kann das Einpunktkalibrationsverfahren für die schnelle Erstinbetriebnahme verwendet werden.

- Die Einpunktkalibration bietet eine ausreichende Genauigkeit um den Kalibrationswert.

Für Regelungen kann dieses ausreichend sein. Jedoch kann die Steigung der Kalibrationskurve zu steil oder zu flach verlaufen. Für die Einpunktkalibration muß der lineare Abschwächungsfaktor eingegeben werden. Setzen Sie sich mit Endress+Hauser wegen des korrekten Wertes für Ihre Anwendung in Verbindung.

Um eine hohe Genauigkeit zu erreichen, kann später während des Betriebes die Kalibration vervollständigt werden, indem die Zweipunktkalibration durchgeführt wird.

### 4.3.3 Kalibrationsarten

Bis zu drei verschiedene Kalibrationskurven können programmiert werden. Dies ist sinnvoll, wenn verschiedene Medien in einer Rohrleitung gemessen werden sollen.

- Beispiel: Schlämme in verschiedenen Trägerflüssigkeiten bei konstanter Feststoffdichte - das Ausgangssignal ist 'Feststoffgehalt' [Masse/Volumen]. Abhängig davon, welche der vier Kalibrationskurven gewählt wird, enthält der Abgleich die folgenden Kennwerte:

#### 1.) Zweipunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- Kalibrationsdichten ( $\rho_1$ ,  $\rho_2$ ) und die entsprechenden Zählraten ( $N_1$ ,  $N_2$ )

#### 2.) Einpunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- linearer Abschwächungskoeffizient  $[\mu]$
- Kalibrationsdichte und die entsprechende Zählrate ( $\rho_1$ ,  $N_1$ )

#### 4.4. Programmierung des FMG 573 Z/S

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S wird mit bestimmten Werksvoreinstellungen (Defaultwerten) ausgeliefert. Die Grundeinstellung wird vor der Kalibration durchgeführt um die Werte zu überprüfen und gegebenenfalls zu ändern.

##### Software-Reset

Damit Sie nicht sämtliche Default-Werte überprüfen müssen, empfehlen wir Ihnen **vor der ersten Inbetriebnahme** einen **Software-Reset**

Sie stellen damit sicher, daß versehentliche oder unbefugte Eingaben wieder auf die ursprünglichen Werkseingaben zurückgesetzt werden.

##### Achtung:

Falls schon kalibriert wurde und Werte im FMG 573 eingegeben sind, gehen diese bei einem Software-Reset verloren.

##### 4.4.1 Software-Reset

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	2607	Eingabe der Programmierenebene (Service)
9	0	2607	Mit „E“ wird der Softwarereset ausgelöst. Defaultwerte werden eingestellt. E 204 wird angezeigt und das Alarmrelais schaltet. Nach einer kurzen Zeit erscheint die Fehlermeldung E 901 (übliche Anzeige, wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist).

##### 4.4.2 Erstmalige Inbetriebnahme

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	3500	Eingabe der Programmierenebene (Sensordaten)
6	XXXX		Die angezeigte Sensornummer muß mit der Nr. des angeschlossenen DG 57 übereinstimmen!
1	3500	0145	Eingabe der Programmierenebene
4	1	0 1	Auswahl des Isotops: dies beeinflusst die Zerfallskompensation Co 60 Cs 137 (Default)
5	0	0 1	Wahl des Analogausganges 0 mA ... 20 mA/0 V ... 10 V (Default) 4 mA...20 mA/2 V ... 10 V
6	12	01 02 11 12 20 30	Wahl des Verhaltens des Analogausganges bei 'Alarm' Beginn des Anzeigebereiches, z.B. 4 mA/2 V (die Werte hängen von der vorausgegangenen Einstellung ab) – 10 % des Anzeigebereiches, z.B. 2,4 mA/1,2 V 20 mA/10 V 110 % des Anzeigebereiches, z.B. 21,6 mA/10,8 V (Default) Beibehalten des letzten Wertes Weitermessen, falls möglich
1	0145	0345	Eingabe der nächsten Programmierenebene
2	10	31 32	Eingabe der Betriebsart Feststoffgehalt Massendurchfluß
1 oder 0			Fortfahren mit der Kalibration oder Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

**E901** Die Zählrate ist außerhalb des Meßbereiches.  
Normale Anzeige wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist.

#### 4.4.3 Gebrauch der Kalibrationssätze

Stufen- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	O545 O445	Eingabe der Programmierenebene Zweipunktkalibration Einpunktkalibration
9	XX	YZ	Bedeutung der Eingabe  leer: Eingabe Satz 1 ... 4 Freigabe des eingegebenen Satzes zur Änderung 1: Bestätigen des gewählten Satzes; Jede Änderung wird jetzt wirksam. 2: Löschen (!) des gewählten Satzes
9	XX	12	Beispiel: Freigabe der Kalibrationskurve 2 für Neuabgleich.
0			Ende

#### 4.4.4 Anzeige der aktuellen Dichte

Dreh- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	1045	Eingabe der Programmierenebene
9	XXXX(X)		momentane Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
0			Ende

#### 4.4.5 Verriegeln der Kalibrationswerte

Eine Verriegelung des Zugriffs soll die Kalibrationswerte vor unbeabsichtigten oder unberechtigten Änderungen schützen.

Dreh- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	9999 2 1	Um die Eingabe zu verriegeln Aktivierung der Zweipunktkalibration Aktivierung der Einpunktkalibration
0			Ende

#### 4.4.6 Änderung der Integrationszeit:

Wert, der durch Vergrößerung den Einfluß der statistischen Schwankung vermindert.  
Der Defaultwert ist 60s.

Bitte beachten Sie das Kapitel 1.4.2 wegen der physikalischen Einflüsse.

Dreh- schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
7	60	XX	Eingabe der neuen Integrationszeit 1 ... 1000 s.
0			Ende

## 4.5. Zweipunktkalibration



### Hinweis

- Die gesamte Meßreihe (DG 57, FMG 573Z/S) muß mindestens 6 Stunden in Betrieb sein.
- Mit eingeschaltetem Strahlenschutzbehälter bei Medium im Strahlengang.  
Mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.
- Stellen Sie sicher, daß der Präparatsträger bei Betrieb immer fixiert ist (siehe Kap. 2.2.3). Notieren Sie alle eingegebenen Werte, auch das Datum, die Kalibrationswerte und die Zählraten.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	x	10	Dichtemessung
3	X	2	Überprüfen Sie ob die Kalibrationsart 'Zweipunktgleich' gewählt ist (Defaultwert)
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. die Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm] durch das Medium.
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsbeginns [g/cm <sup>3</sup> ]; – Wenn das Meßergebnis Massenanteil [Masse/Volumen] sein soll, geben Sie die Dichte des Trägermediums [g/cm <sup>3</sup> ] ein.
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsendes [g/cm <sup>3</sup> ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (kleinere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	1	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_1$ = kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_1$ [g/cm <sup>3</sup> ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_2$ (größere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	2	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_2$ = kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_2$ [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

- E820**  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$ . Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung Nr. 2 und Nr. 3 ein  
**oder** Die Kalibrationsdichten  $\rho_1$  und/oder  $\rho_2$  befinden sich außerhalb des eingegebenen Meßbereiches der durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  festgelegt wurde.
- E821** Der kalibrierte Dichtewert  $\rho_1/\rho_2$  oder die Zählrate  $N_1/N_2$  ist = 0, oder die Kalibrationsdichte  $\rho_1$  ist größer als  $\rho_2$  - berichtigen Sie die Werte in Schalterstellung Nr. 5, Nr. 7 und entsprechend in Nr. 8
- E901** Die Zählrate befindet sich außerhalb des festgelegten Meßbereiches: überprüfen Sie, ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt. Bemerkung

#### 4.5.1 Ermittlung einer Kalibrierplatte

Eine Stahlkalibrierplatte (Dicke auf Anfrage) wird zwischen dem Strahlenschutzbehälter und der Rohrleitung im Strahlungsweg eingeschoben. Sie simuliert eine Dichteänderung des Meßmediums. Die äquivalente Dichte wird auf die Platte aufgetragen.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (min. Dichte) befüllen. Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, 5 Minuten warten			
0	X.XXXX		Dichte bis zum 4. Dezimalplatz notieren ( $\Rightarrow$ drücken, um 4. Dezimalplatz anzuzeigen)
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	1	Anwahl des Einpunktkalibrierung
1	0345	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der notierten Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

#### 4.5.2 Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte

Es wird empfohlen, das System regelmäßig nachzukalibrieren. Somit werden Meßabweichungen kompensiert, die von Ansatz und Abrieb des Rohrs verursacht werden. Die Meßbedingungen der ursprünglichen Platten-Kalibrierung müssen wiederhergestellt werden. Das System muß mindestens eine Stunde im Einsatz gewesen sein.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium befüllen, welches bei der Ermittlung der Kalibrierplatte benutzt wird			
1	X.XXXX	0945	Eingabe der Programmierenebene
6	X.XXXX	1	Abgleichmodus 1: automatisch*
1	X.XXXX	0445	Eingabe der Programmierenebene
8	X.XXXX		Überprüfen, ob Plattendichte angezeigt wird, wenn nicht, Nachkalibrierung wie folgt durchführen
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte der Kalibrierplatte [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationssatzes Nr. 1
Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			
Anschlüsse z10 und b10 für mindestens eine Sekunde kurzschließen Die Nachkalibrierung wird automatisch gestartet und dauert etwa 10 Minuten. Während dieser Zeit wird Fehlermeldung E 902 angezeigt.			
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

\*Vorgang mit manuellem Start, siehe Abschnitt 6.1.1.

## 4.6. Einpunktkalibration



### Bemerkung:

Die gesamte Meßreihe muß für mindestens 6 Stunden in Betrieb sein. Mit eingeschaltetem Strahlenschutzbehälter bei Medium im Strahlengang. Mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.

Stellen Sie sicher, daß der Präparatsträger während des Betriebes immer fixiert ist (siehe Kap. 2.3.3). Notieren Sie alle eingegebenen Werte, auch das Datum, die Kalibrationswerte und die Zählrate.

Dreh schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	2	1	Wahl der Einpunktkalibrationskurve
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. der Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm]. <b>Bemerkung:</b> Diesen Wert genau eingeben. Er beeinflusst direkt die Berechnung der Absorption.
1	0	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	1	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	– Eingabe des Dichtemeßbereiches-anfangs [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]. – Wenn das Ausgangssignal Feststoffanteil (Masse/Volumen) sein soll, Eingabe der Dichte der Trägerflüssigkeit [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ].
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichendes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
4	6.154	XXXX	Eingabe des linearen Abschwächungskoeffizienten [ $\mu$ ]
6	XXXX(X)		Aktuelle Zählrate [N/100 ms] <b>Vorgehen</b> 1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium. 2. Warten Sie mindestens 5 Minuten , bevor Sie die Zählrate ablesen. 3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der <b>E-Taste</b> .
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	1.500	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationsatzes Nr. 1
0			Ende

#### 4.7. Übernahme der Einpunkt. zur Zweipunktkalibration

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	1	2	Wahl des Zweipunktkalibrationsverfahrens
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	11	1	Änderung der Kalibrationskurve Nr. 1
5	1  XX	31  32  1  2	<p>1. Übertragen der Kalibrationsdaten (Dichte und Zählrate) von der Einpunktkalibration:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_1</math> = kleine Kalibrationsdichte verwendet</li> <li>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte verwendet</li> </ul> <p>Eingabewert mit E quittieren</p> <p>2. Zweiten Punkt kalibrieren Eingabe:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 <math>\rho_1</math> = kleinere Kalibrationsdichte (wenn vorher 32 gewählt wurde)</li> <li>2 <math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte (wenn vorher 31 gewählt wurde)</li> </ul>
6	XXXX(X)		<p>Aktuelle Zählrate [N/100 ms]</p> <p><b>Vorgehen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium</li> <li>2. Warten Sie mindestens 5 Minuten, bevor Sie die Zählrate ablesen</li> <li>3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der <b>Eingabetaste</b>.</li> </ol>
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	X.XXX(X)	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g/cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0		11	Ende

#### Mögliche Fehlermeldungen

- E801**  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$  – Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung 2 und 3 ein.
- E810** Kalibrationsdichte bei der Einpunktkalibrierung ist außerhalb des durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  bestimmten Bereiches.
- E901** Zählrate ist außerhalb des Anzeigebereiches:  
Überprüfen Sie ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt.



## 4.9. Auswahl des Analogsignals

### 4.9.1 Betriebsart 31 / Feststoffanteil

Das FMG 573 Z/S verwendet intern für die Berechnung des Feststoffanteils die Einheiten  $[g/cm^3]$  und  $[cm^3/s]$ . Für Schlämme mit einer Trägerflüssigkeitsdichte und einer Feststoffdichte wird folgende Formel angewendet:

$$\text{Durchfluß } [cm^3/s] \times \text{Feststoffdichte } [g/cm^3] = \text{Feststoffanteil } [g/s]$$

wobei die

$$\text{Feststoffdichte } [g/cm^3] = \frac{\rho - \rho_{\text{Träger}}}{1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}}$$

Abhängig von der Anwendung, des Industriezweiges oder des Landes kann die interne Maßeinheit  $[g/s]$  in die üblichen internationalen Maßeinheiten umgewandelt werden, z.B.  $[t/h]$ .

### Festlegen des Meßbereiches

Der Maximalwert des Analogausganges  $[20 \text{ mA}/10 \text{ V}]$  wird intern nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Maximaler Durchfluß } [cm^3/s] \times \text{Maximale Feststoffdichte } [g/cm^3] = \text{Maximaler Feststoffanteil } [g/s]$$

Zum Festlegen des Meßbereiches muß „ $\rho_{\text{max}}$ “, das den Wert des maximalen Feststoffanteils bestimmt, berechnet werden.

#### Beispiel

- Meßwert: 0 ... 12 t/h = 0/4 ... 20 mA
- Max. Durchfluß: 20 m<sup>3</sup>/h
- $\rho_{\text{Träger}}$ : 1,25 g/cm<sup>3</sup>
- $\rho_{\text{Feststoff}}$ : 6,80 g/cm<sup>3</sup>

### Vorgehensweise

1.) Umrechnung des benötigten Meßwertes  $[t/h]$  in die Einheit  $[g/s]$ :

$$12 [t/h] \times \frac{1000000 [g/t]}{3600 [s/h]} = 3333 [g/s]$$

2.) Umrechnung des max. Durchflußwertes  $[m^3/h]$  in die Einheit  $[cm^3/s]$

$$20 [m^3/h] \times \frac{1000000 [cm^3/m^3]}{3600 [s/h]} = 5556 [cm^3/s]$$

3.) Berechnen Sie:

$$\text{Maximaler Feststoffanteil} = \frac{\text{Maximaler Massenfluß}}{\text{Maximaler Durchfluß}} = \frac{3333 [g/s]}{5556 [cm^3/s]} = 0,5999 [g/cm^3]$$

4.) Berechnen Sie die max. Dichte (Feststoffanteil und Trägerflüssigkeit):

$$\rho_{\text{max}} = \text{Maximaler Feststoffanteil} \times \left(1 - \frac{\rho_{\text{Träger}}}{\rho_{\text{Feststoff}}}\right) + \rho_{\text{Träger}}$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,5999 [g/cm^3] \times \left(1 - \frac{1,25}{6,8}\right) + 1,25 [g/cm^3] = 1,7396 [g/cm^3]$$



Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
6	3.3	3.3	Eingabe der Einheit für den Feststoffanteil [Masse/Zeiteinheit] 1 = g            1 = Sekunde [s] 2 = kg           2 = Minute [min] 3 = t             3 = Stunde [h] 4 = oz4 = Tag [d] 5 = lb 6 = sh cwt 7 = cwt 8 = sh tn 9 = tn Beispiel: [t/h]
8	1.500	6.800	Eingabe der Feststoffdichte „ρ <sub>Feststoffe</sub> [g/cm <sup>3</sup> ]“ Beispiel: 6,800 [g/cm <sup>3</sup> ]
0			Ende

#### 4.9.2 Betriebsart 32; Massendurchfluß

Das FMG 573 Z/S verwendet intern die Einheiten  $[g/cm^3]$  und  $[cm^3/s]$  zur Berechnung des Massendurchflusses  $[g/s]$ . Für alle Schlämme und Flüssigkeiten wird der Massendurchfluß nach der folgenden Formel berechnet:

$$\text{Durchfluß } [cm^3/s] \times \text{Dichte } [g/cm^3] = \text{Massendurchfluß } [g/s]$$

Abhängig von der Anwendung, dem Industriezweig und des Landes kann die interne Einheit  $[g/s]$  in die üblichen internationalen Einheiten umgerechnet werden, z.B.  $[t/h]$ .

#### Festlegung des Meßbereiches

Der entsprechende Maximalwert des Analogausganges (20 mA/10 V) wird intern mit der Gleichung:

$$\text{Max. Durchfluß } [cm^3/s] \times \text{Max. Dichte } [g/cm^3] = \rho_{\text{max}} \text{ Massendurchfluß } [g/s^3].$$

Um den Meßbereich festlegen zu können, muß die maximale Dichte  $[g/cm^3]$  berechnet werden:

#### Beispiel

- Meßwert/Ausgangssignal: 0 ... 18 t/h = 0/4 ... 20 mA
- Max. Durchfluß: 8 m<sup>3</sup>/h
- Min. Dichte:  $\rho_{\text{min}} = 1,0 [g/cm^3]$

#### Vorgehensweise

- 1.) Rechnen Sie die gewünschte Anzeige von der Ausgangseinheit, z.B.  $[t/h]$ , in die Einheit  $[g/cm^3]$  um:

$$18 \frac{t}{h} \times \frac{1000000 [g_t]}{3600 [s_h]} = 5000 [g_s]$$

- 2.) Rechnen Sie das Signal des max. Durchflusses von der Ausgangseinheit, z.B.  $[m^3/h]$ , in die Einheit  $[cm^3/s]$  um:

$$8 \frac{m^3}{h} \times \frac{1000000 [cm^3_m]}{3600 [s_h]} = 2222 [cm^3_s]$$

- 3.) Berechnen Sie die max. Dichte:

$$\text{Max. Dichte} = \frac{\text{Max. Massenfluß}}{\text{Max. Durchfluß}} = \frac{5000 [g_s]}{2222 [cm^3_s]} = 2,25 [g_{cm^3}]$$

**Vereinfachtes Verfahren:** nur wenn das Ausgangssignal  $[t/h]$  ist und der Durchfluß in  $[m^3/h]$  gemessen wird

$$\text{Max. Dichte} = \frac{\text{Max. Massenfluß } [t_h]}{\text{Max. Durchfluß } [m^3_h]}$$

- 4.) Eingabe der Werte:

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	XX	32	Eingabe der Betriebsart
3	X		Überprüfen Sie die eingestellte Kalibrationsart: 1: Einpunktkalibration / 2: Zweipunktkalibration
1	0345	0445 0545	Eingabe der Programmierenebene, abhängig von der Kalibrationsart: Einpunktkalibration Zweipunktkalibration
9	11	1	Wahl des Kalibrationssatzes Nr.1 zur Änderung
2	X.XXX	1.000	Eingabe der minimalen Dichte $\rho_{\min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]
3	XXXX	2.250	Eingabe des berechneten $\rho_{\max}$ Wertes um den Endwert des Analogausganges festzulegen Beispiel: 2.250 [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Bestätigung des Kalibrationsbetriebssatzes Nr. 1
1	0	1045	Eingabe der Programmierenebene
2	3.3	3.3	Eingabe der ursprünglichen Maßeinheit für die Durchflußmessung Volumeneinheit 1 cm <sup>3</sup> 2 dm <sup>3</sup> 3 m <sup>3</sup> 4 in <sup>3</sup> 5 ft <sup>3</sup> 6 yd <sup>3</sup> (GB) 7 fl.oz (GB) 8 fl.oz (US) 9 Gal (GB) 10 Gal (US) Beispiel – m <sup>3</sup> /h (z.B. 8 m <sup>3</sup> /h) Zeiteinheit 1 = Sekunde [s] 2 = Minute [min] 3 = Stunde [h] 4 = Tag [d]
			Die Eingabe des max. Durchflusses muß aufgeteilt und eingegeben werden als: Mantisse (1045/3) und als Exponent (1045/4)
3	9999	2222	Eingabe des Mantissenwertes des max. Durchflusses [cm <sup>3</sup> /s] Beispiel: 2222 x 10 <sup>0</sup> [cm <sup>3</sup> /s]
4	1	0	Eingabe des Exponenten des max. Durchflusses [cm <sup>3</sup> /s] Beispiel: 2222 x 10 <sup>0</sup> [cm <sup>3</sup> /s]
6	3.3	3.3	Eingabe der Massendurchsatzeneinheit: 1 = g 2 = kg 3 = t 4 = oz4 = Tage [d] 5 = lb 6 = sh cwt 7 = cwt 8 = sh tn 9 = tn Beispiel: [t/h] 1 = Sekunde [s] 2 = Minute [min] 3 = Stunde [h]
0			Ende

## 4.10. Relaisausgänge/Zählerfunktionen

Das FMG 573 Z/S verfügt über zwei voneinander unabhängige Relaisausgänge abhängig von der Programmierung arbeiten sie entweder als

- Summenzähler (siehe Kap. 4.10.2) oder als
- zwei Grenzwertkontakte (Kap. 4.10.3).

### 4.10.1 Summenzähler

Das FMG 573 Z/S kann eine Summenzählerfunktion ausführen. Dafür hat es einem internen Summenzähler und zwei Relaiskontakte:

**Relais Nr.1** wird direkt vom internen Summenzähler gesteuert.

Abhängig von der eingegebenen Impulswertigkeit 1 ... 9999 und der gewählten technischen Einheit, wird jedesmal ein Impuls [50 ms] abgegeben.

Zusätzlich kann eine Schleichmengenunterdrückung in [%] (Ebene 0245/Schalterstellung 2) gewählt werden. Der Defaultwert ist 3 %.

**Relais 2**, die Funktion hängt von der gewählten Betriebsart 0 ... 3 ab:

#### Betriebsart 0

- 1.) Der interne Summenzähler addiert bis zu einem vorher eingegebenen Wert
- 2.) Sobald dieser Wert erreicht ist, gibt Relais 2 einen Impuls ab und der Summenzähler wird auf 0 zurückgesetzt und der Zählvorgang wird neu gestartet.
- 3.) Ein neuer Zählvorgang wird gestartet, wenn bei Anzeige des Summenzählers vor Erreichen des eingestellten Wertes die „E“-Eingabetaste gedrückt wird.

#### Betriebsart 1

- 1.) Relais 2 schaltet um und bleibt angezogen, sobald der eingegebene Wert erreicht ist.
- 2.) Der Summenzähler addiert weiter.
- 3.) Ein neuer Zählvorgang (Rückstellen auf '0') wird durch Drücken der „E“-Eingabetaste gestartet. Anzeige des Summenzählers in Ebene 0245/Schalterstellung 7.

#### Betriebsart 2

- 1.) Der Summenzähler addiert bis zu dem voreingestellten Wert.
- 2.) Relais 2 schaltet um und bleibt angezogen, sobald dieser Wert erreicht ist, und der Addiervorgang wird angehalten.
- 3.) Ein neuer Zählvorgang (Rückstellen auf '0') wird bei Anzeige des Summenzählers (Ebene 0245/Schalterstellung 7) durch Drücken der „E“-Eingabetaste gestartet.

#### Betriebsart 3

- 1.) Der Zähler addiert fortlaufend.
- 2.) Relais 2 schaltet untersetzt. Entsprechend dem voreingestellten Wert wird bei Erreichen dieses Wertes jeweils ein Impuls abgegeben.

$$\text{Relais 2} = \frac{\text{Zähler (Relais 1)}}{\text{Voreingestellter Wert}}$$

- 3.) Der Summenzähler wird auf '0' zurückgesetzt, wenn die „E“-Eingabetaste bei angezeigtem Summenzähler gedrückt wird.

## a) Einstellung für Summenzähler-Funktionen

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0145	Eingabe der Programmierenebene
2	1.0	X.X 2.0 2.1 2.2 2.3	Geben Sie die Nummer der Betriebsart für Relais 1 und Relais 2, wie vorhergehend beschrieben, ein: Betriebsart 0 Betriebsart 1 Betriebsart 2 Betriebsart 3
1	0145	0245	Eingabe der Programmierenebene
2	3.0 %	X.X	Eingabe der 'Schleichmengenunterdrückung' [in % vom max. Massendurchfluß]
4	9999	XXXX	Eingabe der Impulswertigkeit für den Summenzähler/Relais 1
5	3	X	Eingabe der technischen Einheit für den Summenzähler 1 = [g] 2 = [kg] 3 = [t] (Defaultwert) 4 = [oz] 5 = [lb] 6 = [sh cwt] 7 = [cwt] 8 = [sh tn] 9 = [tn]
7	1000	XXXX	Eingabe des Vorwahlwertes (für Relais 2)
0			Ende

## b) Anzeige/Rücksetzen des Summenzählers

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0245	Eingabe der Programmierenebene
6	XXXX		Anzeige des Summenzählers, Zurücksetzen durch Drücken der „E“-Eingabetaste
0			Ende

#### 4.10.2 Schaltpunkte

Das FMG 573 Z/S besitzt zwei unabhängige Relais, die in der Dichtemessung-Betriebsart als Schaltpunkte verwendet werden können.

Das Schaltverhalten jedes Relais wird durch 3 Einstellungen bestimmt:

- 1.) Schaltpunkt:  
0 ... 100 % bezogen auf den Analogausgangsmeßbereich
- 2.) Hysterese:  
0 ... 100 %; für das Zweipunktschaltverhalten von einem Relais, dieser Wert legt die Ein/Ausschaltunkte fest.
- 3.) Sicherheitsschaltung: Min.- oder Max.-Sicherheit;  
Dies bestimmt die Verwendung der Relais:
  - Min. für den unteren Grenzstand
  - Max. für den oberen Grenzstand
 Die Einstellung beeinflusst auch, ob die Hysterese über oder unter dem tatsächlichen Schaltpunkt liegt.

#### Defaultwerte

	Schaltpunkt	Hysterese	Sicherheitsschaltung
Relais 1:	10 %	3 %	Min.
Relais 2:	90 %	3 %	Max.

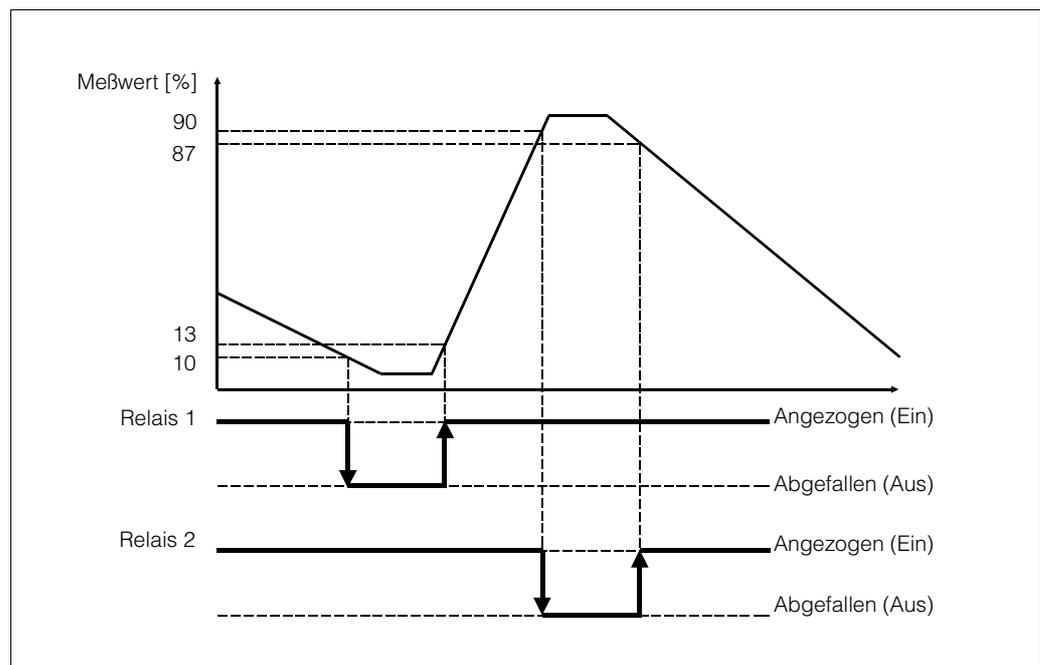


Abb. 4.6  
Min- und Max-Sicherheits-  
schaltung

**Vorgehensweise**

<b>Dreh- schalter</b>	<b>Anzeige</b>	<b>Eingabe</b>	<b>Bedeutung</b>
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
2	10.0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 1
3	90.0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 2
1	0045	0245	Eingabe der Programmierenebene
2	3.0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 1
3	3.0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 2
1	0245	0145	Eingabe der Programmierenebene
2	1.0	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 1 Minimum (Default) Maximum
3	1.1	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 2 Minimum Maximum (Default)
0	XXXX		Ende

4.11 Programmmatrix Massendurchfluß

	Betriebs-ebene	Grundein-stellung	• Relais-funktionen • Impuls-zähler	• Betriebsart • Kalibra-tionsart	Einpunkt-Kalibration	Zweipunkt-Kalibration	Nach-kalibrierung	Betrieb mit Durchfluß-messung Mode 31 und 32	
0									
	Code 0045	Code 0145	Code 0245	Code 0345	Code 0445	Code 0545	Code 945	Code 1045	Code 1145 siehe Kapitel 6
	Schaltpunkt Relais 1 [%]	Relais 1: Sicherheits-schaltung 1.0 Min-Sicherh. 1.1 Max-Sicherh.	Relais 1: Hysterese [%] oder Schleich-menge [%]	Betriebsart 31 Massen-anteil 32 Massendurchfluß	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]		01 = cm <sup>3</sup> 02 = dm <sup>3</sup> 03 = m <sup>3</sup> 04 = inch <sup>3</sup> 05 = ft <sup>3</sup> 06 = y <sup>3</sup> (GB) 07 = fl.oz (GB) 08 = fl.oz US 09 = Gal. (GB) 10 = Gal. (US)	1 = Sekunde 2 = Minute 3 = Stunde 4 = Tag
2	<b>10.0</b>	<b>1.0</b>	<b>3.0</b>	<b>10</b>	<b>1.000</b>	<b>1.000</b>			<b>3.3</b>
	Schaltpunkt Relais 2 [%]	Relais 2: Sicher-heitsschaltung 1.0 Min-Sicherh. 1.1 Max-Sicherh.	Relais 2: Hysterese [%] falls Schaltpunkt	Kalibrationsart 9999: Verriegeln 1: Einpunkt-kalibration 2: Zweipunkt-kalibration	Ende des Dichte-meßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Ende des Dichte-meßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]		Maximaler Durchfluß [cm <sup>3</sup> /s] Eingabe der Mantissee	
3	<b>90,0</b>	<b>1.1</b>	<b>3.0</b>	<b>2</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>		<b>0</b>	
	Höhere Kalibra-tionszählrate [N/100 ms] bei $\rho_{min}$	Präparatsart: 0: Co 60 1: Cs 137	Impulswertig-keit für die Summen-zähler-Betriebsart	Ent-/Verriegeln Code 0045 4+ 6 1111: Entriegeln 9999: Verriegeln	Linearer Ab-schwächungs-koeffizient $\mu$ : (berechnet aus der 2-Punkt-Kalibrierung)	K-Faktor		Maximaler Durchfluß [cm <sup>3</sup> /s] Eingabe des Exponenten	
4	<b>5.000</b>	<b>1</b>	<b>9999</b>	<b>9999</b>	<b>6.154</b>	<b>1.000</b>		<b>0</b>	
	Momentane Zählrate [N/100 ms] gedämpft	Stromausgang 0: 0 ... 20 mA 1: 4 ... 20 mA	Techn. Einheit für Summenzähl. 1: g 6: sh cwt 2: kg 7: cwt 3: t 8: sh tn 4: oz 9: tn 5: tb	Strahlenweg durch das Medium [mm]	K-Faktor	Wahl des Kalibrations-punktes 1: $\rho_{klein}$ 2: $\rho_{groß}$ 31 $\rho_{cal} = \rho_{klein}$ 32 $\rho_{cal} = \rho_{groß}$	Aktueller Meßwert	Aktueller Durchfluß Anzeige der Mantissee	<b>xx</b>
5	<b>xxxx</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>200</b>	<b>1.000</b>	<b>1</b>			
	Niedere Kalibra-tionszählrate [N/100 ms] bei $\rho_{max}$	Ausgangswert bei Störung: 02: - 10% 12: 110% 20: Halten 30: Weiter 11: 100 % 01: 0 %	Summenzähler Relais 1 Nur bei Summenzähler Betriebsart E $\Delta$ Rück-stellung auf 0		Momentane Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Momentane Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Nach-kalibrierungs-modus 0: manuelle 1: automat.	Maßeinheit des Massendurchflusses 1 = g 1 = Sekunde 2 = kg 2 = Minute 3 = t 3 = Stunde 4 = oz 4 = Tag 5 = lb 6 = sh cwt 7 = cwt 8 = sh tn 9 = tn	<b>3.3</b>
6	<b>4.000</b>	<b>12</b>	<b>0</b>		<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>			
	Zeitkonstante 0 ... 1000 s	Frequenz für Meßbereichs-anfang $\Delta$ 0 mA Eingang 2	Vorwahlwert Relais 2 Nur bei Summenzähler Betriebsart	Momentaner Meßwert techn. Einheit wie in 1045/6 gewählt	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	$\tau$ Nach-kalibrierung	Dichtewert der Träger-flüssigkeit $\rho_{Träger}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	
7	<b>60</b>	<b>200</b>	<b>1.000</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>		<b>1.000</b>	
		Frequenz für Meßbereichs-ende $\Delta$ 20 mA Eingang 2	Simulation des Ausgangs-signals - 10 %...110 %	Meßbereichs-anfang des Analogaus-gangs, techn. Einheit wie in 1045/6 gewählt	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einheit ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einheit ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	Fehlercode E902 0: Alarm Ein 1: Alarm Aus	Dichtewert des Feststoffes $\rho_{Feststoff}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	
8	<b>xx</b>	<b>1200</b>	<b>xx</b>	<b>xxxx</b>	<b>1.500</b>	<b>1.500</b>	<b>1</b>	<b>1.500</b>	
	Fehler-erkennung Anzeige des Fehlercodes	Letzter Fehler-code Löschen mit >E<	Betriebstage, Löschen mit >E<	Meßbereichs-ende des Ana-logausgangs, techn. Einheit wie in 1045/6 gewählt	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1-0.3 Satz-Nr. 1.X Bestä-tigung 2.X Löschen	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1-0.3 Satz-Nr. 1.X Bestä-tigung 2.X Löschen		Aktueller Dichtewert unkompensiert [g/cm <sup>3</sup> ]	<b>xxxx</b>
9	<b>E-</b>	<b>Exxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>xxxx</b>	<b>1</b>	<b>1</b>			



## 5.2. Elektrischer Anschluß

### Wichtiger Hinweis

Beachten Sie bitte außer den folgenden Kapiteln in dieser Betriebsanleitung unsere Projektierungshinweise und die Strahlenschutzverordnung; außerdem bei Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen die Prüfungsscheine sowie die einschlägigen Explosionsschutz-Vorschriften.

### 5.2.1 Montage des Auswertegerätes FMG 573 Z/S

Das FMG 573 Z/S ist ein 28 TE Auswertegerät in 19" Ausführung. Es wird entweder in ein Racksyst Feldgehäuse (IP 65) oder in einen 19" Racksyst Baugruppenträger eingebaut. Die Federleiste im Baugruppenträger oder Feldgehäuse muß entsprechend DIN 41612, Ausführung F ausgeführt werden.

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S muß außerhalb explosionsgefährdeter Bereiche installiert werden.

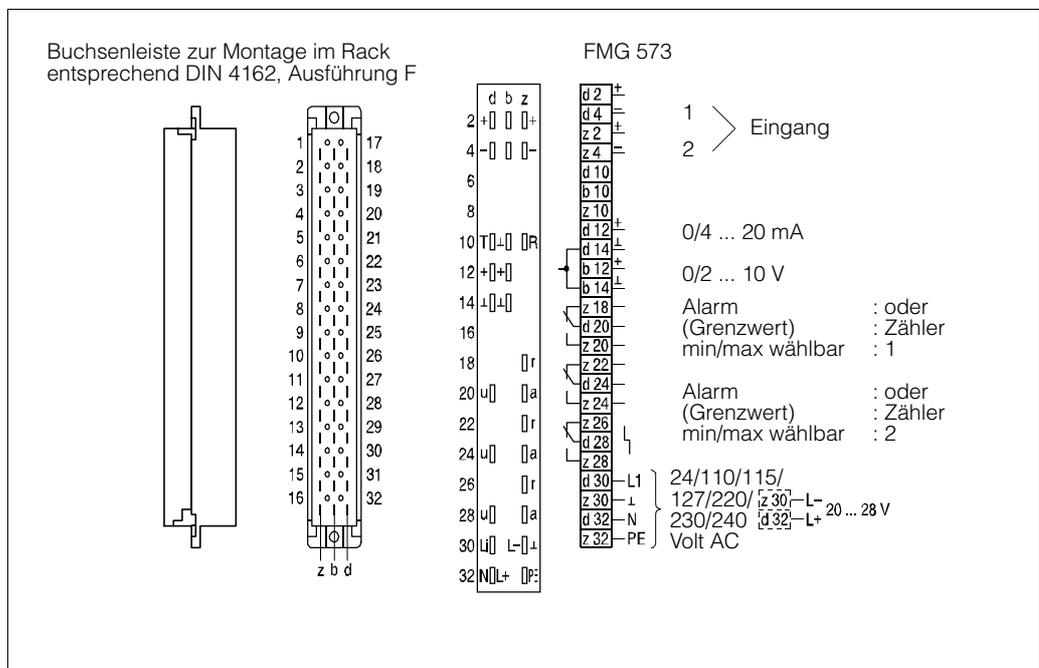


Abb. 5.3  
Anschluß FMG 573 Z/S

### Mögliche Fehlermeldungen

- E401** Kein Signal vom DG 57:  
Überprüfen Sie die Verdrahtung und deren Polarität.
- E402** Kein Signal vom TSP 8267 oder TMT 2530 Z:  
Überprüfen Sie die Verdrahtung und deren Polarität.
- E901** Zählrate ist außerhalb des Meßbereiches:  
Übliche Meldung während der Grundeinstellung, wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist

### 5.2.2 Montage des PFM- Umsetzers TSP 8267

Dieser Meßumformer mit 4 TE Breite in 19" Technik wandelt übliche Analogsignale (0/4...20 mA oder 0/2...10 V) in das von Endress+Hauser verwendete PFM-Signal mit einer Frequenz von 200 ...1200 Hz um. Es kann neben dem FMG 573 Z/S eingebaut werden

#### Bemerkung

Die Analogeingänge sind nicht eigensicher.

Eine ggf. notwendige Explosionsschutzschaltung muß im Temperaturfühler oder in der Verdrahtung dazwischen installiert werden.

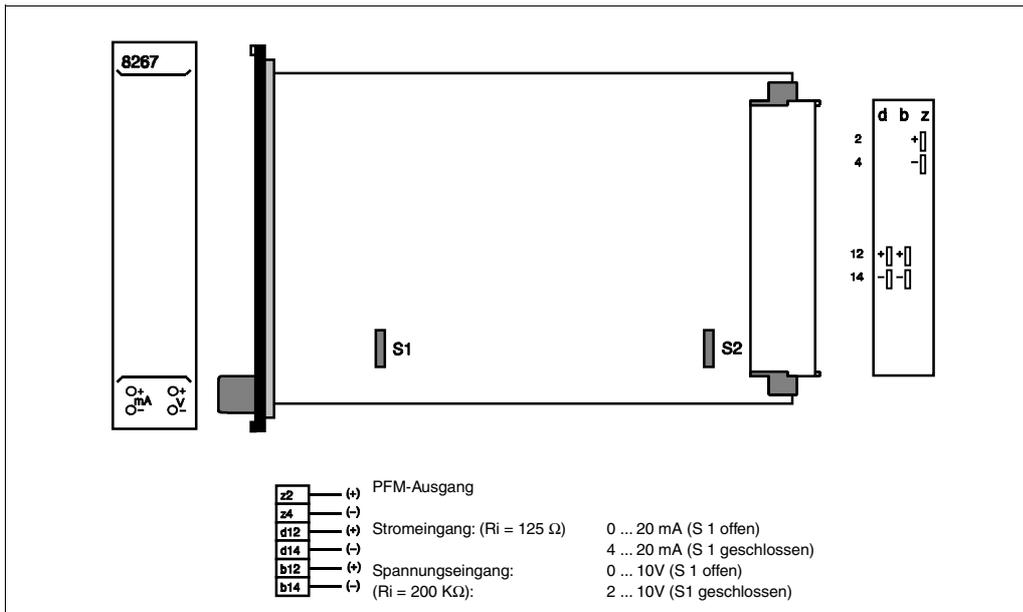


Abb. 5.4  
Racksystemkarte TSP 8267

5.2.3 Verdrahtung in nichtexplosionsgefährdeten Bereichen

a) Temperaturmessung mit dem Endress+Hauser Meßwertgeber TMT 2530Z

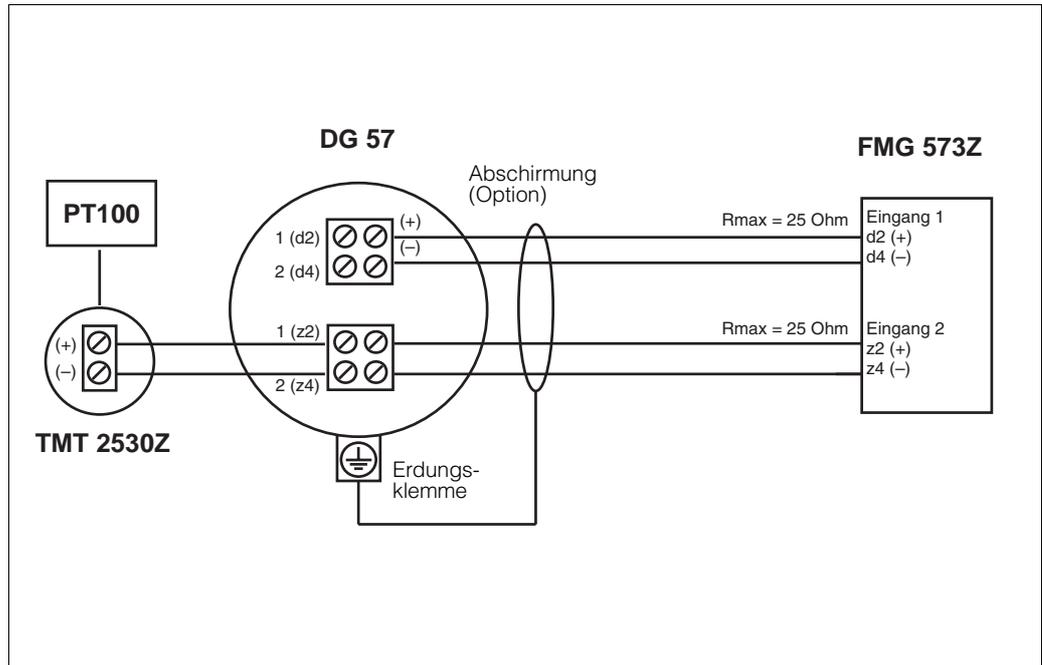


Abb. 5.5  
Verdrahtung in nichtexplosions-  
gefährdeten Bereichen mit  
Meßwertgeber  
TMT 2530Z

b) Vorhandene Temperaturmessung mit Analogausgang und Verwendung  
des Umwandlers TSP 8267

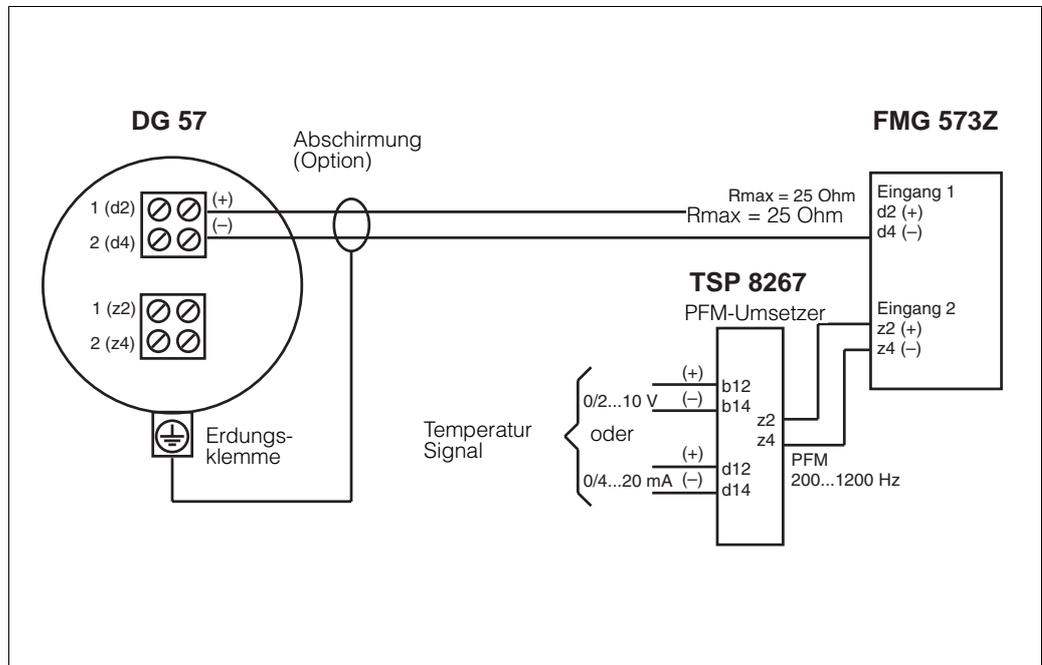


Abb. 5.6  
Verdrahtung in nichtexplosions-  
gefährdeten Bereichen mit Um-  
wandler TSP 8267

### 5.2.4 Anwendungen im explosionsgefährdeten Bereich entsprechend (EEx ib) IIB

#### Vorhandene Temperaturmessung mit Analogausgang und Verwendung des Umwandlers TSP 8267

- Überprüfen Sie die maximal zulässigen Induktivitäts- und Kapazitätswerte entsprechend den PTB- Bescheinigungen.

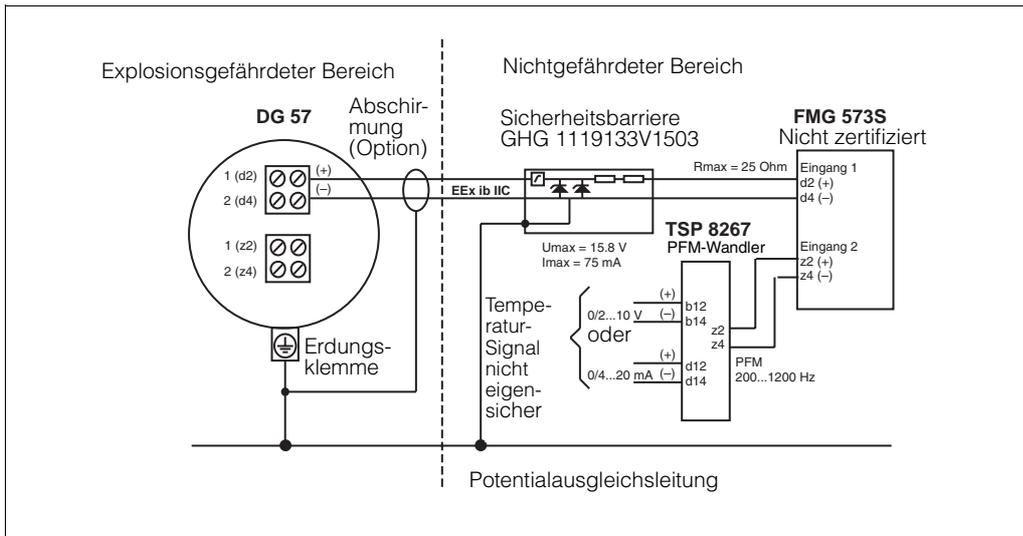


Abb. 5.7  
Verdrahtung in explosionsgefährdeten Bereichen mit Umwandler TSP 8267: EEx ib IIB/IIC



## 5.3. Kalibration

### 5.3.1 Allgemeines

Das radiometrische Massendurchfluß-Meßsystem benötigt eine Kalibration während des Betriebes. Üblicherweise erfolgt dies durch Verwendung des Prozessmediums unter Betriebsbedingungen. Die tatsächliche Dichte muß durch eine Labormessung bestimmt werden.

Der Kalibrationswert wird immer in ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) eingegeben.

Wie bei jedem kalibrationsbedürftigen Meßsystem wird die Genauigkeit direkt durch die Qualität der Laboranalyse beeinflusst!

Stellen Sie sicher, daß die Mediumstemperatur während der Laboranalyse mit der Prozesstemperatur übereinstimmt.

### 5.3.2 Einpunkt- oder Zweipunktkalibration

Um eine verlässliche Messung zu erreichen sollte die Zweipunktkalibration verwendet werden: In diesem Fall errechnet das FMG 573 Z/S automatisch den linearen Absorptionskoeffizienten ( $\mu$ ) aus den Kalibrationsdaten.

- Für zuverlässige Messungen sollte die Differenz zwischen den zwei Kalibrationspunkten mindestens  $1/3$  des Meßbereiches betragen.

Wenn dies mit dem Prozessmedium nur schwer zu erreichen ist, kann Wasser eine Alternative für einen Kalibrationspunkt sein.

Wenn anfänglich nur ein Dichtewert kalibriert werden kann, kann das Einpunktkalibrationsverfahren für die schnelle Erstinbetriebnahme verwendet werden.

- Die Einpunktkalibration bietet eine ausreichende Genauigkeit um den Kalibrationswert. Für Regelungen kann dieses ausreichend sein. Jedoch kann die Steigung der Kalibrationskurve zu steil oder zu flach verlaufen. Für die Einpunktkalibration muß der lineare Abschwächungsfaktor eingegeben werden. Setzen Sie sich mit Endress+Hauser wegen des korrekten Wertes für Ihre Anwendung in Verbindung.

Um eine hohe Genauigkeit zu erreichen, kann später während des Betriebes die Kalibration vervollständigt werden, indem die Zweipunktkalibration durchgeführt wird.

### 5.3.3 Kalibrationsarten

Bis zu drei verschiedene Kalibrationskurven können programmiert werden. Dies ist sinnvoll, wenn verschiedene Medien in einer Rohrleitung gemessen werden sollen.

- Beispiel: Schlämme in verschiedenen Trägerflüssigkeiten bei konstanter Feststoffdichte - das Ausgangssignal ist 'Feststoffgehalt' [Masse/Volumen]. Abhängig davon, welche der vier Kalibrationskurven gewählt wird, enthält der Abgleich die folgenden Kennwerte:

#### 1.) Zweipunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- Kalibrationsdichten ( $\rho_1, \rho_2$ ) und die entsprechenden Zählraten ( $N_1, N_2$ )

#### 2.) Einpunktkalibration

- Dichte Meßbereich  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$
- linearer Abschwächungskoeffizient [ $\mu$ ]
- Kalibrationsdichte und die entsprechende Zählrate ( $\rho_1, N_1$ )

## 5.4. Programmierung des FMG 573 Z/S

Das Auswertegerät FMG 573 Z/S wird mit bestimmten Softwarewerkseinstellungen (Default-Werten) ausgeliefert. Die erstmalige Einstellung dient der Überprüfung und der Änderung der Werkseinstellungen vor dem Beginn der Kalibration.

### 5.4.1 Software-Reset

Damit Sie nicht sämtliche Default-Werte überprüfen müssen, empfehlen wir Ihnen **vor der ersten Inbetriebnahme** einen **Software-Reset**

Sie stellen damit sicher, daß versehentliche oder unbefugte Eingaben wieder auf die ursprünglichen Werkseingaben zurückgesetzt werden.

#### Achtung:

Falls schon kalibriert wurde und Werte im FMG 573 eingegeben sind, gehen diese bei einem Software-Reset verloren.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	2607	Eingabe der Programmierenebene (Service)
9	0	2607	Mit „E“ wird der Softwarereset ausgelöst. Defaultwerte werden eingestellt. E 204 wird angezeigt und das Alarmrelais schaltet. Nach einer kurzen Zeit erscheint die Fehlermeldung E 901 (übliche Anzeige, wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist).

### 5.4.2 Erstmalige Inbetriebnahme

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	3500	Eingabe der Programmierenebene (Sensordaten)
6	XXXX		Die angezeigte Nummer muß mit der Nr. des angeschlossenen DG 57 übereinstimmen!
1	0	0145	Eingabe der Programmierenebene
4	1	0 1	Wählen Sie das Isotop: dies beeinflusst die Zerfallskompensation 0 Co 60 1 Cs 137 (Default)
5		0 1	Auswahl des Analogausganges 0 mA ... 20 mA/0 V ... 10 V (Default) 1 4 mA ... 20 mA/2 V ... 10 V
6	12	01 02 11 12 20 30	Verhalten des Analogausganges bei Störung: Meßbereichsanfang, z.B. 4 mA/2 V (Beispiel ist von der vorausgegangenen Auswahl abhängig) 02 – 10% des Analogmeßbereiches, z.B. 2,4 mA/1,2 V 11 20 mA/10 V 12 110 % des Analogmeßbereiches, z.B. 21,6 mA/10,8 V (Default) 20 Beibehalten des letzten Meßwertes 30 wenn möglich: Weitermessen
1	0145	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	10	20	Wahl der Betriebsart Temperaturkompensation Eingabe von 20
1	0345	0745	Eingabe der Programmierenebene T-Kompensation

2	4.0	2.0 3.0 4.0	Eingabe der Art des Temperursignals: TMT 2530 Z TSP 8267 (umgesetztes Analog- in PFM-Signal) Eingebaute Detektortemperatur (Default) <b>Bemerkung:</b> Die zweite Ziffer legt die Kompensationsart fest, dies wird in Kapitel 5.9 ... 6.11 erläutert.
3	- 200	XXXX	<b>Bemerkung:</b> Eine Eingabe ist nur bei Verwendung des TSP 8267 notwendig (vorausgegangene Eingabe: '3.0'): Meßbereichsanfang des Temperaturanalogsignals [°C].
4	300	XXXX	Nur bei Verwendung des TSP 8267 notwendig. Eingabe des Meßbereichsendes des Temperaturanalogsignals [°C]
5	25	20	Eingabe der Bezugstemperatur, auf die der angezeigte Dichtewert berechnet wird z. B. 20 °C
1 oder 0			Fortsetzung der Kalibration oder Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

**E901** Zählrate ist außerhalb des Anzeigebereiches: übliche Anzeige während der Grundeinstellung wenn die Kalibration noch nicht abgeschlossen ist.

### 5.4.3 Anzeige des aktuellen unkompensierten Dichtewertes [g/cm<sup>3</sup>]

Damit kann die aktuelle vom FMG 573 Z/S gemessene unkompensierte Dichte angezeigt werden.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	1045	Eingabe der Programmierenebene
9	X.XXX(X)		Anzeige der Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
0			Ende

### 5.4.4 Verriegeln des Zugriffes auf die Kalibrationswerte

Eine Verriegelung des Zugriffs soll die Kalibrationswerte vor unbeabsichtigten oder unberechtigten Änderungen schützen.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	9999 2 1	Verriegelung der Kalibrationswerte Aktivierung der Zweipunktkalibration Aktivierung der Einpunktkalibration
0			Ende

### 5.4.5 Änderung der Integrationszeit

Wert, der durch Vergrößerung die statistische Schwankung vermindert.  
Der Defaultwert ist 60 s.

Bitte beachten Sie das Kapitel 1.3.2 wegen der physikalischen Einflüsse.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
7	60	XX	Eingabe einer neuen Integrationszeit 1 ... 1000 s Beachten Sie bitte Kapitel 1.3.2 wegen der physikalischen Einflüsse.
0			Ende

## 5.5. Zweipunktkalibration

### Hinweis

- Die gesamte Meßreihe (DG 57, FMG 573Z/S) muß mindestens 6 Stunden in Betrieb sein.
- Mit eingeschaltetem Strahlenschutzbehälter bei Medium im Strahlengang.  
Mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.
- Stellen Sie sicher, daß der Präparatsträger bei Betrieb immer fixiert ist (siehe Kap. 2.2.3). Notieren Sie alle eingegebenen Werte, auch das Datum, die Kalibrationswerte und die Zählraten.



Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	x	10	Dichtemessung
3	X	2	Überprüfen Sie ob die Kalibrationsart 'Zweipunktgleich' gewählt ist (Defaultwert)
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. die Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm] durch das Medium.
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsbeginns [g/cm <sup>3</sup> ]; – Wenn das Meßergebnis Massenanteil [Masse/Volumen] sein soll, geben Sie die Dichte des Trägermediums [g/cm <sup>3</sup> ] ein.
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichsendes [g/cm <sup>3</sup> ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (kleinere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	1	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_1$ = kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_1$ [g/cm <sup>3</sup> ]
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_2$ (größere Dichte) , 5 Min. warten.			
5	1	2	Wahl des Kalibrationspunktes $\rho_2$ = kleine Dichte
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte $\rho_2$ [g/cm <sup>3</sup> ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende

### Mögliche Fehlermeldungen

- E820**  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$ . Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung Nr. 2 und Nr. 3 ein  
**oder** Die Kalibrationsdichten  $\rho_1$  und/oder  $\rho_2$  befinden sich außerhalb des eingegebenen Meßbereiches der durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  festgelegt wurde.
- E821** Der kalibrierte Dichtewert  $\rho_1/\rho_2$  oder die Zählrate  $N_1/N_2$  ist = 0, oder die Kalibrationsdichte  $\rho_1$  ist größer als  $\rho_2$  - berichtigen Sie die Werte in Schalterstellung Nr. 5, Nr. 7 und entsprechend in Nr. 8
- E901** Die Zählrate befindet sich außerhalb des festgelegten Meßbereiches: überprüfen Sie, ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt. Bemerkung

### 5.5.1 Ermittlung einer Kalibrierplatte

Eine Stahlkalibrierplatte (Dicke auf Anfrage) wird zwischen dem Strahlenschutzbehälter und der Rohrleitung im Strahlungsweg eingeschoben. Sie simuliert eine Dichteänderung des Meßmediums. Die äquivalente Dichte wird auf die Platte aufgetragen.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium $\rho_1$ (min. Dichte) befüllen. Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, 5 Minuten warten			
0	X.XXXX		Dichte bis zum 4. Dezimalplatz notieren ( $\Rightarrow$ drücken, um 4. Dezimalplatz anzuzeigen)
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	X	1	Anwahl des Einpunktkalibrierung
1	0345	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Satzes 1
6	XXXX(X)	E	aktuelle Zählrate [N/100 ms], speichern mit E
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der notierten Dichte [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

### 5.5.2 Automatische Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte

Es wird empfohlen, das System regelmäßig nachzukalibrieren. Somit werden Meßabweichungen kompensiert, die von Ansatz und Abrieb des Rohrs verursacht werden. Die Meßbedingungen der ursprünglichen Platten-Kalibrierung müssen wiederhergestellt werden. Das System muß mindestens eine Stunde im Einsatz gewesen sein.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium befüllen, welches bei der Ermittlung der Kalibrierplatte benutzt wird			
1	X.XXXX	0945	Eingabe der Programmierenebene
6	X.XXXX	1	Abgleichmodus 1: automatisch*
1	X.XXXX	0445	Eingabe der Programmierenebene
8	X.XXXX		Überprüfen, ob Plattendichte angezeigt wird, wenn nicht, Nachkalibrierung wie folgt durchführen
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der Dichte der Kalibrierplatte [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationssatzes Nr. 1
Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			
Anschlüsse z10 und b10 für mindestens eine Sekunde kurzschließen Die Nachkalibrierung wird automatisch gestartet und dauert etwa 10 Minuten. Während dieser Zeit wird Fehlermeldung E 902 angezeigt.			
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten			

\*Vorgang mit manuellem Start, siehe Abschnitt 6.1.1.

## 5.6. Einpunktkalibration

### 5.6.1 Bemerkung

Die gesamte Meßreihe muß für mindestens 6 Stunden in Betrieb sein, das Medium muß sich in der Rohrleitung befinden und der Strahlenschutzbehälter muß eingeschaltet sein, oder mit ausgeschaltetem Strahlenschutzbehälter ohne Medium.

Stellen Sie sicher, daß der Präperatsträger während des Betriebes immer fixiert ist (siehe Kap. 2.3). Notieren Sie alle Kalibrationsdaten, besonders das Datum, den Kalibrationspunkt und die Zählrate.



Dreh schalter-	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	2	1	Wahl der Einpunktkalibrationskurve
5	200.0	XXX.X	Eingabe des inneren Rohrdurchmessers bzw. der Länge des tatsächlichen Strahlenweges [mm]. <b>Bemerkung:</b> Diesen Wert genau eingeben. Er beeinflusst direkt die Berechnung der Absorption.
1	0	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	1	1	Anwahl des Satzes 1
2	1.000	X.XXX	– Eingabe des Dichtemeßbereiches-anfangs [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]. – Wenn das Ausgangssignal Feststoffanteil (Masse/Volumen) sein soll, Eingabe der Dichte der Trägerflüssigkeit [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ].
3	2.000	X.XXX	Eingabe des Dichtemeßbereichendes [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
4	6.154	XXXX	Eingabe des linearen Abschwächungskoeffizienten [ $\mu$ ]
6	XXXX(X)		Aktuelle Zählrate [N/100 ms] <b>Vorgehen</b> 1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium. 2. Warten Sie mindestens 5 Minuten , bevor Sie die Zählrate ablesen. 3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der <b>E-Taste</b> .
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	1.500	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g}/\text{cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationsatzes Nr. 1
0			Ende

### 5.7. Übernahme der Einpunkt- für die Zweipunktkalibration

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	1	2	Wahl des Zweipunktkalibrationsverfahrens
1	0345	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	11	1	Änderung der Kalibrationskurve Nr.1
5	1  XX	31  32  1  2	<p>1. Übertragen der Kalibrationsdaten (Dichte und Zählrate) von der Einpunkt-kalibration:</p> <p>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_1</math> = kleine Kalibrationsdichte verwendet</p> <p>* Der Einpunktkalibrationswert wird als <math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte verwendet</p> <p>Eingabewert mit E quittieren</p> <p>2. Zweiten Punkt kalibrieren</p> <p>Eingabe:</p> <p><math>\rho_1</math> = kleinere Kalibrationsdichte (wenn vorher 32 gewählt wurde)</p> <p><math>\rho_2</math> = größere Kalibrationsdichte (wenn vorher 31 gewählt wurde)</p>
6	XXXX(X)		<p>Aktuelle Zählrate [N/100 ms]</p> <p><b>Vorgehen</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium</li> <li>2. Warten Sie mindestens 5 Minuten, bevor Sie die Zählrate ablesen</li> <li>3. Sobald die Zählrate konstant bleibt, speichern Sie diese durch Drücken der Eingabetaste.</li> </ol>
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate [N/100 ms]
8	X.XXX(X)	X.XXX(X)	Eingabe des Dichtewertes des verwendeten Kalibrationsmediums [ $\text{g/cm}^3$ ]
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationsgesetzes Nr.1
0		11	Ende

#### Mögliche Fehlermeldungen

- E801**  $\rho_{\min} > \rho_{\max}$ . Geben Sie die richtigen Werte in Schalterstellung 2 und 3 ein.
- E810** Kalibrationsdichte bei der Einpunktkalibrierung ist außerhalb des durch  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  bestimmten Bereiches.
- E901** Zählrate ist außerhalb des Anzeigebereiches:  
Überprüfen Sie ob  $\rho_{\min}$  und  $\rho_{\max}$  richtig eingegeben wurden oder die Rohrleitung ist leer oder nur teilweise gefüllt.

## 5.8. Wahl des Ausgangssignales

Das FMG 573 Z/S verfügt über verschiedene Möglichkeiten zur Berechnung von temperaturkompensierten Größen.

Abhängig von der Anwendung, dem Industriezweig und des Landes, kann eine der nachfolgenden Möglichkeiten eingestellt werden.

## 5.9. Dichteeinheit [g/cm<sup>3</sup>] oder andere technische Einheiten, temperaturkompensiert

Temperaturschwankungen in Flüssigkeiten verursachen Dichteänderungen. Das FMG 573 Z/S verwendet eine

Temperaturkompensationsformel (siehe Kap. 5.10)

um den momentan gemessenen Dichtewert und die Temperatur in die Dichte bei einer wählbaren Bezugstemperatur (z.B. 20 °C) zu berechnen.

Unabhängig von der Temperatur-Kompensation kann die technische Einheit der Anzeige gewählt werden:

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	1	Überprüfen Sie ob die Umrechnungsart 1 gewählt ist.
3	1.01	X.XX	Eingabe der Einheit (Masse/Volumen): 1 = g            01 = cm <sup>3</sup> 2 = kg          02 = dm <sup>3</sup> , l 3 = t            03 = m <sup>3</sup> 4 = oz          04 = inch <sup>3</sup> 5 = lb          05 = ft <sup>3</sup> 6 = sh cwt    06 = yard <sup>3</sup> (GB) 7 = cwt        07 = fl.oz (GB) 8 = sh th     08 = fl.oz (US) 9 = tn         09 = gal (GB) 10 = gal (US)
0			Ende, oder fahren Sie mit der Eingabe der Temperaturkompensation fort

### Mögliche Fehlermeldungen

**E900**        Angezeigte Zahl ist größer als > 9999: Überprüfen Sie ob die gewählte technische Einheit zu dem Anzeigebereich paßt.

## 5.10. Temperaturkompensation mit Formel

### Physikalische Grundlagen

Die Abhängigkeit von Dichte und Temperatur kann durch folgende Formel beschrieben werden:

$$\rho_{\text{Ref}} = \rho + (\vartheta - \vartheta_{\text{Ref}}) \times \text{tk1} + (\vartheta - \vartheta_{\text{Ref}})^2 \times \text{tk2} \text{ bei } T > T_{\text{Ref}}, \text{ oder}$$

$$\rho_{\text{Ref}} = \rho + (\vartheta - \vartheta_{\text{Ref}}) \times \text{tk1} - (\vartheta - \vartheta_{\text{Ref}})^2 \times \text{tk2} \text{ bei } T < T_{\text{Ref}}$$

Meßwerte:	$\rho$	aktuelle Dichte [g/cm <sup>3</sup> ]
	$\vartheta$ :	aktuelle Temperatur [°C]
Eingabewerte:	$\vartheta_{\text{Ref}}$ :	Bezugstemperatur [°C]
	tk1:	linearer Temperaturkoeffizient
	tk2:	quadratischer Temperaturkoeffizient
Berechneter Wert:	$\rho_{\text{Ref}}$ :	Dichte bei der Bezugstemperatur

Es gibt zwei Möglichkeiten um die benötigten Werte zu ermitteln:

- Tabellenwerte, wie nachfolgend beschrieben
- durch Versuchsmessungen, wie unter Kap. 5.10.2 beschrieben

### 5.10.1 Temperaturkompensation bei Verwendung von Tabellenwerten

#### a) Berechnung des linearen Temperaturkoeffizienten

$$\text{tk1} = \frac{\rho_a - \rho_b}{\vartheta_a - \vartheta_b}$$

#### Beispiel: Flüssiges Chlor

aus Tabellen:

$$\rho_a = 1,47 \text{ g/cm}^3, \vartheta_a = 0 \text{ °C}$$

$$\rho_b = 1,38 \text{ g/cm}^3, \vartheta_b = 30 \text{ °C}$$

$$\text{tk1} = \frac{1,47 - 1,38}{0 \text{ °C} - 30 \text{ °C}} = -0,003 \text{ g/cm}^3/\text{°C}$$

#### b) Berechnung des quadratischen Temperaturkoeffizienten

Die Temperatur/Dichteabhängigkeit ist nicht linear. Trotzdem wird die Eingabe des quadratischen Temperaturkoeffizienten nur bei größeren Temperaturbereichen zur Erhöhung der Genauigkeit notwendig.

- Zuerst muß der lineare Temperaturkoeffizient bekannt oder berechnet sein, siehe oben.
- Berechnen Sie nun für einen größeren Temperaturbereich den Dichtewert  $\rho_c$  bei Verwendung von nur dem linearen Temperaturkoeffizienten:  

$$\rho_c = \rho_a \pm d\vartheta \times \text{tk1}$$
- Nun kann der quadratische Temperaturkoeffizient aus der Differenz zwischen dem berechneten Dichtewert (s.o.) und dem tatsächlichem Dichtewert real, der z.B. einer Tabelle entnommen wurde, berechnet werden:

$$\text{tk2} = \frac{\rho_{\text{real}} - \rho_c}{(\vartheta_a - \vartheta_c)^2}$$

#### Beispiel: flüssiges Chlor

Tabellenwerte:

$$\rho_a = 1,47 \text{ g/cm}^3, \vartheta_a = 0 \text{ °C}$$

$$\rho_{\text{real}} = 1,11 \text{ g/cm}^3, \vartheta_c = 100 \text{ °C}$$

$$\text{tk1} = -0,003 \text{ g/cm}^3/\text{°C} \text{ (berechnet)}$$

**Berechnung**

$$1.) \rho_c = 1,47 + (100 \times -0,003) = 1,17 \text{ g/cm}^3$$

$$2.) tk_2 = \frac{1,11 - 1,17}{(0 - 100)^2} = 0,000006 \text{ g/cm}^3/\text{°C}$$

3.) Beide Temperaturkoeffizienten müssen als Exponentialzahl eingegeben werden

- als Mantisse (1 ... 9999), nur als ganze Zahlen
- als Exponent (0 ... -9)

**Beispiel:** einzugebender tk2:  $0,000006 = 6 \times 10^{-6}$

**Eingabe:** Mantisse = 6, Exponent = -6

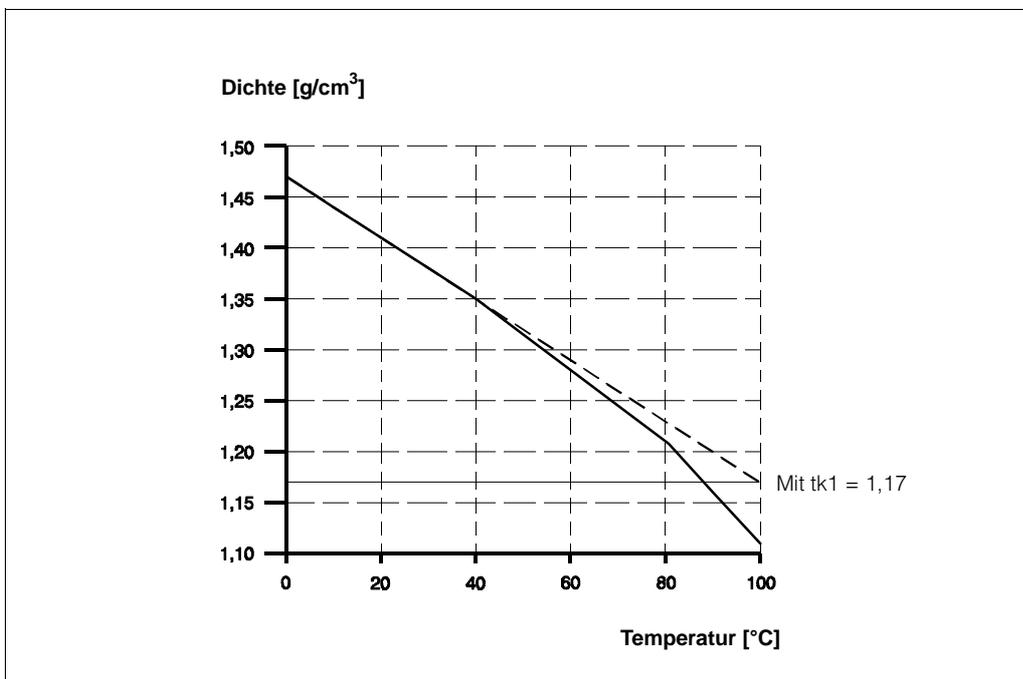


Abb. 5.9  
Temperaturkompensation bei  
Verwendung von Tabellenwerten  
Beispiel: Flüssiges Chlor

**Vorgehensweise**

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	1	Überprüfen Sie ob die Umrechnungsart Nr.1 gewählt ist
1	0	0745	Eingabe der Programmierenebene
2	X.0	X.0	Überprüfen Sie, ob die Art der richtigen Temperaturmessung gewählt ist. Die erste Ziffer wurde abhängig vom Temperatursignal (vergl. Kap. 5.4.1) eingegeben
5	25	X	Eingabe der Bezugstemperatur [°C]
6	0	XXXX 3	Eingabe der Mantisse des linearen Temperaturkoeffizienten tk1. Eingabe als ganze Zahl ohne das „-“-Vorzeichen Beispiel: $-0,003 = 3 \times 10^{-3}$
7	0	XX -3	Eingabe des Exponenten des linearen Temperaturkoeffizienten tk1 Beispiel: $-0,003 = 3 \times 10^{-3}$
8	0	XXXX 6	Eingabe der Mantisse des quadratischen Temperaturkoeffizienten tk2 Beispiel: $0,000006 = 6 \times 10^{-6}$
9	0	XX -6	Eingabe des Exponenten des quadratischen Temperaturkoeffizienten tk2 Beispiel: $0,000006 = 6 \times 10^{-6}$
0			Ende

### 5.10.2 Temperaturkompensation auf der Grundlage von ermittelten Meßwerten

Die Berechnung der linearen und quadratischen Temperaturkoeffizienten muß mit Hilfe von Meßwerten berechnet werden, wenn keine Tabellenwerte vorliegen.

**Voraussetzungen:** Einpunktkalibration oder Zweipunktkalibration bereits durchgeführt.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
2	10	20	Wahl der Betriebsart Temperaturkompensation >ENTER<
1	0345	0745	Eingabe der Programmierenebene
2	4.0	2.0 3.0	Eingabe der Art des Temperatursignals TMT 2530 Z TSP 8267 (umgesetztes Analogsignal in ein PFM-Signal)
0			Ende

Meßwerte (Dichtewert und dazugehörige Temperatur) ermitteln.  
Befüllen Sie die Rohrleitung mit dem Prozeßmedium. Wählen Sie, falls möglich, einen Dichtewert im Mittelbereich des gewählten Meßbereiches.

#### Vorgehensweise

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	1045	Eingabe der Programmierenebene
9	XXXX(X)		Anzeige der aktuellen, unkompensierten Dichte: 1. Drücken Sie die →-Taste, um die letzte Ziffer des Meßwertes anzuzeigen: warten Sie mindestens 5 Minuten, bevor Sie den Wert ablesen 2. Notieren Sie den Anzeigewert, sobald der Dichtewert konstant bleibt, z.B. $\rho_a = 1,1028 \text{ g/cm}^3$
1	1045	0045	Eingabe der Programmierenebene
8	XXX		Anzeige der aktuellen Temperatur zu diesem Dichtewert. 1. Notieren Sie diesen Wert, z.B. $\vartheta_a = 15 \text{ °C}$ . 2. Kühlen Sie oder erwärmen Sie das Prozeßmedium um ca. 10 °C 3. Notieren Sie den Wert, sobald die angezeigte Temperatur verhältnismäßig konstant bleibt, $\vartheta_b = \text{z. B. } 26 \text{ °C}$ .
1	0	1045	Eingabe der Programmierenebene
9	XXXX(X)		Anzeige des nicht kompensierten aktuellen Dichtewertes bei der Temperatur $T_b$ : notieren Sie diesen Wert, im Beispiel = $1,0959 \text{ g/cm}^3$

Berechnen Sie den linearen Temperaturkoeffizienten:

$$tk_1 = \frac{\rho_a - \rho_b}{\vartheta_a - \vartheta_b}$$

**Beispiel:**

$$tk_1 = \frac{1,1028 - 1,0959}{15 - 26 \text{ °C}} = - 0,0006273 \text{ g/cm}^3/\text{°C}$$

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	1	Überprüfen Sie ob die Umrechnungsbetriebsart Nr. 1 gewählt ist
1	0	0745	Eingabe der Programmierenebene
2	X.0	X.0	Überprüfen Sie, ob die Temperaturkompensationsbetriebsart 2.0 oder 3.0 gewählt ist
3	- 200	XXXX	Meßbereichsanfang [°C] des Temperatursignals. Eingabe nur bei Verwendung von TSP 8267 notwendig. (Vorausgegangene Eingabe: 3.0)
4	300	XXXX	Meßbereichsende [°C] des Temperatursignals. Eingabe nur bei Verwendung von TSP 8267 notwendig.
5	25	15	Geben Sie den als Temperatur $\vartheta_a$ bezeichneten Wert ein im Beispiel: 15 [°C]
6	0	6273	Eingabe der Mantisse des linearen Temperaturkoeffizienten ohne das „-“-Vorzeichen: tk1 = im Beispiel: $-0,0006273 = 6273 \times 10^{-7}$
7	0	- 7	Eingabe des Exponenten des linearen Temperaturkoeffizienten tk1 im Beispiel: $-0,0006273 = 6273 \times 10^{-7}$
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
6	XXXX(X)  1,1028  1,0967		Anzeige des temperaturkompensierten Dichtewertes (bei $\vartheta_{Ref} = \vartheta_a = 15 \text{ °C}$ ) Erwärmen Sie jetzt das Prozeßmedium um mind. weitere 50 °C, z.B. auf 75 °C. Lesen und notieren Sie nach 5 Min. (bei konstanter Temperatur = 75 °C) den Dichtewert, wenn er konstant bleibt. 1. Wenn kein Unterschied zum $\vartheta_a$ -Wert besteht, d.h. Anzeigewert 1,1028, so ist der tk linear und es müssen keine weitere Einstellungen unter-nommen werden. 2. Der ursprüngliche Wert verändert sich, z.B. auf 1,0967 (das entspricht $\rho_c=1,0967$ bei $\vartheta_c=75 \text{ °C}$ ). Mit diesem Wert kann der quadratische tk2 berechnet werden. $tk_2 = \frac{\rho_a - \rho_c}{(\vartheta_a - \vartheta_c)^2} = \frac{1,1028 - 1,0967}{(15 - 75)^2}$ tk2 = 0,0000017
1	0	0745	Eingabe der Programmierenebene
5	15		Eingabe der Referenztemperatur [°C], z.B. 20 °C
8	0	17	Eingabe der Mantisse des quadratischen Temperaturkoeffizienten tk2 im Beispiel: $0.0000017 = 17 \times 10^{-7}$
9	0	- 7	Eingabe des Exponenten des quadratischen Temperaturkoeffizienten tk2 im Beispiel: $0,0000017 = 17 \times 10^{-7}$
0			Ende

### 5.11. Dichtemessung temperaturkompensiert nach Tabelle

Temperaturschwankungen in Flüssigkeiten verursachen Dichteänderungen. Im FMG 573 Z/S ist es möglich, unter Verwendung einer existierenden Tabelle (Dichte und Temperatur) den momentan gemessenen Dichtewert und die Temperatur in die Dichte bei einer gewählten Bezugstemperatur (Referenztemperatur) z. B. 30 °C zu berechnen.

Dieses wird erreicht durch Eingabe von einer bis zu 21 Wertepaaren umfassenden Tabelle von Dichtewerten bei deren Bezugstemperatur.

Aus dieser Tabelle wählt man die gewünschte Referenztemperatur und den dazugehörigen Dichtewert.

Zu diesem Dichtewert (bei Referenztemperatur) muß die jeweilige Differenz zu jedem anderen Dichtewert aus der Tabelle errechnet werden (siehe nachfolgendes Beispiel).

Vorbereitung, elektrischer Anschluß und Kalibration (Ein- oder Zweipunkt) entsprechend der Betriebsanleitung durchführen.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	345	Eingabe der Programmierenebene
2	XX	20	Überprüfen Sie, ob Dichtemessung mit Temperaturkompensation gewählt ist
1	345	745	Eingabe der Programmierenebene
2	4.0	2.1 3.1	Betriebsartwahl zur Temperaturkompensation nach Tabelle Mit TMT 2530 Z nach Tabelle Mit TSP 8267 (umgesetztes 0/4 ... 20 mA-Signal in PFM-Signal) nach Tabelle
3	-200	XXXX	Meßbereichsanfang [°C] des Temperatursignals. Eingabe nur bei Verwendung von TSP 8267 notwendig. (Vorausgegangene Eingabe: 3.1)
4	300	XXXX	Meßbereichsende [°C] des Temperatursignals. Eingabe nur bei Verwendung von TSP 8267 notwendig.
5	25	20	Geben sie den als Referenztemperatur gewählten Wert ein, im Beispiel 20 °C

**Beispiel: Wasser**

Gewünschte Referenztemperatur: 20 °C

Temperaturbereich: 0 ... 80 °C

**Tabellenwerte**

t [°C]	Dichtewert $\rho$ in [g/cm <sup>3</sup> ]	Tabellen- nummer	t [°C]	Differenzwert zum Dichtewert bei Referenz- temperatur
0	0,9998	1	0	0,0016
10	0,9997	2	10	0,0015
<b>20</b>	<b>0,9982</b>	3	20	0
30	0,9957	4	30	0,0025
40	0,9922	5	40	0,0060
50	0,9880	6	50	0,0102
60	0,9832	7	60	0,0150
70	0,9778	8	70	0,0204
80	0,9718	9	80	0,0264

Die Differenzwerte (Korrekturwerte) werden nur als Stellen hinter dem Komma angegeben

z. B.  $0,9982$  (bei Referenztemperatur) –  $0,9997$  (bei 10 °C) =  $0,0015$   
wird eingegeben als 0015 (ohne Vorzeichen)

Entsprechend dem Diagramm wird

$\rho_{\text{Ref}} = \rho \pm \text{Korrekturwert}$  (Differenzwert) berechnet.

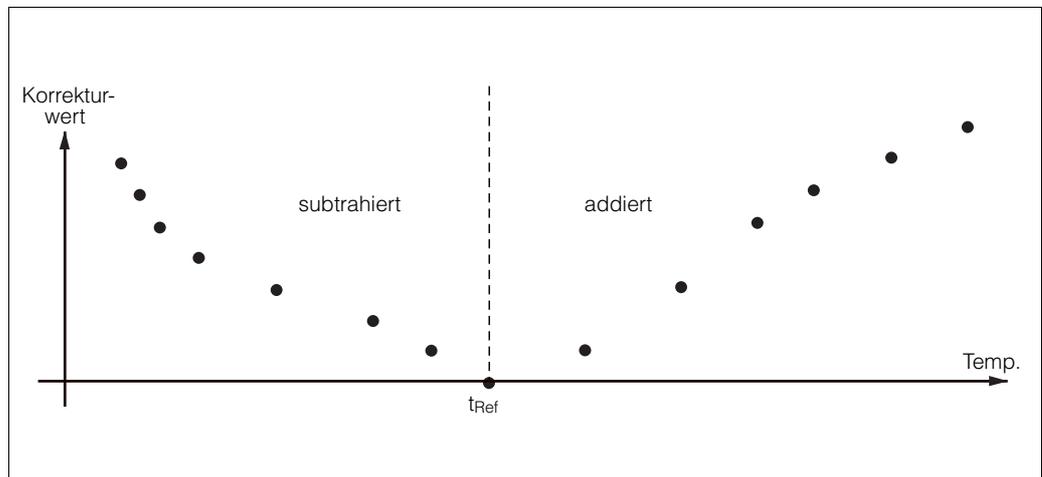


Abb. 5.10  
Dichtemessung temperatur-  
kompensiert nach Tabelle

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0 oder XXXX	645	Eingabe der Programmierenebene
7	X	1	Überprüfen/Eingabe der Tabellen-Nr. 1
8	0	0	Eingabe von 0 °C
9	0	0016	Eingabe des Differenzwertes
7	1	2	Eingabe der Tabellen-Nr. 2
8	0	10	Eingabe von 10 °C
9	0	0015	Eingabe des Differenzwertes
etc.			
7	8	9	Eingabe der letzten Tabellennr. = Nr. 8
8	0	80	Eingabe von 80 °C
9	0	0264	Eingabe des Differenzwertes
0			Ende

In der Drehschalterposition 0 wird jetzt der temperaturkompensierte Dichtewert angezeigt.

In der Drehschalterposition 8 wird die Mediumstemperatur angezeigt.

Dichtewert unkompensiert ist in der Ebene 1045, Drehschalterposition 9, ersichtlich.

Die PFM-Frequenz (Eingang 2) kann in der Ebene 2610, Drehschalterposition 9, angesehen werden.

### **Tabelle löschen**

Dazu in Ebene 645, Drehschalterposition 7, den Wert 33 eingeben. Damit werden alle Werte gelöscht und es kann eine neue Tabelle eingegeben werden.

## 5.12. % Konzentration temperaturkompensiert

Das FMG 573 Z/S ermöglicht eine nichtlineare Umrechnung der Dichte in die temperaturkompensierte % Konzentration

Dies wird erreicht durch Eingabe von

1. einer bis zu 18 Wertepaaren umfassenden Umrechnungstabelle von Dichtewerten bei deren Bezugstemperaturen und
2. einem Korrekturfaktor für den Temperaturbereich bei einer mittleren Konzentration.

### 5.12.1 Beispiel: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in H<sub>2</sub>O

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> in H<sub>2</sub>O, die Bezugstemperatur ist 25 °C

Gewünschter Meßbereich: 30 ... 70%, durchschnittlich 50 %

Temperaturbereich: 0 ... 75 °C

Tabellenwerte:	1	2	3	4	5
% 30	40	50	60	70	
Dichte (25 °C)	1,220	1,305	1,400	1,505	1,615
Dichte (0 °C)			1,435		
Dichte (75 °C)			1,360		

### 5.12.2 Berechnung

1. Für 0 °C

$$K = \frac{\text{Dichte bei } 0 \text{ °C}}{\text{Dichte bei } 25 \text{ °C}} = \frac{1,435 \text{ [g/cm}^3\text{]}}{1,400 \text{ [g/cm}^3\text{]}} = 1,025$$

2. Für 75 °C

$$K = \frac{\text{Dichte bei } 75 \text{ °C}}{\text{Dichte bei } 25 \text{ °C}} = \frac{1,360 \text{ [g/cm}^3\text{]}}{1,400 \text{ [g/cm}^3\text{]}} = 0,971$$

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0845	Eingabe der Programmierenebene
2	1	31	Eingabe für Umrechnung in % Konzentration f (ϑ)
7	1	1	Geben Sie den Tabellenwert Nr. 1 ein
8	0.0 %	30.00	Eingabe der % Konzentration; der erste Tabellenwert bestimmt den Meßbereichsanfang im Beispiel: 30%
9	0.000	1.220	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes im Beispiel 1,220
7	1	2	Eingabe des Tabellenwertes Nr. 2
8	0,0 %	40.00	Eingabe des % Konzentrationswertes. im Beispiel: 40 %
9	0.000	X.XXX 1.305	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes im Beispiel: 1,305 g/cm <sup>3</sup>
			usw. Wertepaar 3 und 4 eingeben

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
7	4	5	Eingabe des Tabellenwertes Nr. 5
8	0.0 %	70.00	Eingabe der % Konzentration; der letzte Tabellenwert bestimmt den Meßbereichsendwert im Beispiel: 70 %
9	0.0000	1.615	Eingabe des entsprechenden Dichtewertes im Beispiel: 1,615 [g/cm <sup>3</sup> ]
1	0	0745	Eingabe der Programmierenebene
5	0	25	Eingabe der Bezugstemperatur im Beispiel: 25 °C
1	0	0945	Eingabe der Programmierenebene
2	0	1	Eingabe des Tabellenwertes Nr.1
3	1.000	1.025	Eingabe des Korrekturfaktors für die niedrigste Temperatur (unterhalb dieser Temperatur wird dieser Wert angewendet) im Beispiel: 1.205
4	0	0	Eingabe der entsprechenden Temperatur im Beispiel: 0 °C
2	1	2	Eingabe des Tabellenwertes Nr.2
3	1.000	1.000	Eingabe des Korrekturfaktors für die nächste Temperatur (Die Bezugstemperatur muß ebenfalls eingegeben werden) im Beispiel: 1,000
4	0	25	Eingabe der entsprechenden Temperatur im Beispiel: Bezugstemperatur 25 °C
2	2	3	Eingabe des Tabellenwertes Nr. 3
3	1.000	0.971	Eingabe des Korrekturfaktors des letzten Temperaturwertes (oberhalb dieser Temperatur wird dieser Faktor weiterverwendet); im Beispiel: 0,971
4	0	75	Eingabe der entsprechenden Temperatur im Beispiel: 75 °C
0			Ende

### Mögliche Störungsmeldungen

- E710** Die % Konzentrationswerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen: Überprüfen, korrigieren oder löschen Sie die Tabelle; um sie zu löschen, muß der Wert 33 in Schalterstellung 7 eingegeben werden.  
Danach muß die Tabelle neu abgespeichert werden.
- E711** Die Dichtewerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen: überprüfen, korrigieren oder löschen Sie die Tabelle; um sie zu löschen, muß der Wert 33 in Schalterstellung 7 eingegeben werden.  
Danach muß die Tabelle neu abgespeichert werden.
- E712** Die Temperaturwerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen: Überprüfen, korrigieren oder löschen Sie die Tabelle; um sie zu löschen, muß in Schalterstellung 7 der Wert 33 eingegeben werden.  
Danach muß die Tabelle neu abgespeichert werden.

## 5.13. Schaltpunkte/Relaisausgänge

### 5.13.1 Einleitung

Das FMG 573Z/S besitzt zwei unabhängige Relais, die in der Dichtemessung-Betriebsart als Schaltpunkte verwendet werden können.

Das Schaltverhalten jedes Relais wird durch 3 Einstellungen bestimmt:

- 1.) Schaltpunkt:  
0 ... 100 % bezogen auf den Analogausgangsmeßbereich
- 2.) Hysterese:  
0 ... 100 %; für das Zweipunktschaltverhalten von einem Relais, dieser Wert legt die Ein/Ausschaltpunkte fest.
- 3.) Sicherheitsschaltung: Min.- oder Max.-Sicherheit;  
Dies bestimmt die Verwendung der Relais:
  - Min. für den unteren Grenzstand
  - Max. für den oberen Grenzstand
 Die Einstellung beeinflusst auch, ob die Hysterese über oder unter dem tatsächlichen Schaltpunkt liegt.

### Defaultwerte

	Schaltpunkt	Hysterese	Sicherheitsschaltung
Relais 1:	10 %	3 %	Min.
Relais 2:	90 %	3 %	Max.

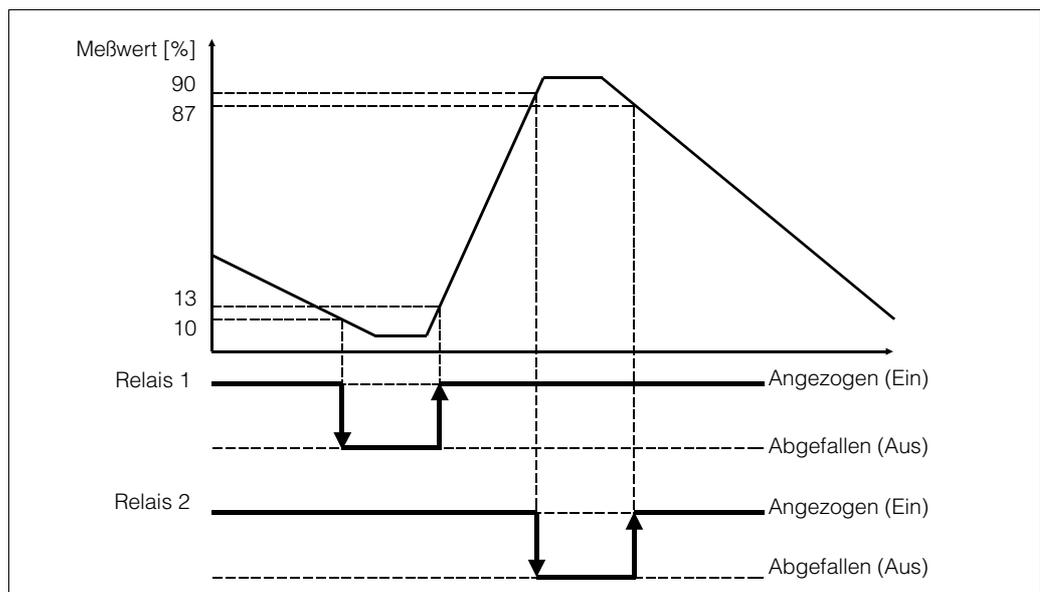


Abb. 5.11  
Min- und Max-Sicherheits-  
schaltung

**Vorgehensweise**

<b>Dreh- schalter</b>	<b>Anzeige</b>	<b>Eingabe</b>	<b>Bedeutung</b>
1	0	0045	Eingabe der Programmierenebene
2	10.0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 1
3	90.0 %	XX	Eingabe des Schaltpunktes in [%] von Relais 2
1	0045	0245	Eingabe der Programmierenebene
2	3.0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 1
3	3.0 %	XX	Eingabe der Hysterese in [%] von Relais 2
1	0245	0145	Eingabe der Programmierenebene
2	1.0	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 1 Minimum (Default) Maximum
3	1.1	1.0 1.1	Eingabe der Sicherheitsschaltung von Relais 2 Minimum Maximum (Default)
0	XXXX		Ende

### 5.13 Programmiermatrix für Dichtemessung mit Temperaturkompensation

	Betriebs-ebene	Grundeinstellung	• Relais-funktionen • Impuls-zähler	• Betriebsart • Kalibrationsart	Einpunkt-Kalibration	Zweipunkt-kalibration	Temperatur-kompensation	Wahl der technischen Umrechnung Dichte in %	% Konzentration f (θ) Nachkalibrierung
1	Code 0045	Code 0145	Code 0245	Code 0345	Code 0445	Code 0545	Code 0745	Code 0845	Ende 0945
2	Schaltpunkt Relais 1 [%]	Relais 1: Sicherheits-schaltung 1.0 Min-Sicherheit 1.1 Max-Sicherheit	Relais 1: Hysterese [%]	Betriebsart: 20: Temperaturkompensiert	Anfang des Dichtemeßbereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Anfang des Dichtemeßbereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Kompensat.-Art X0: Nach Formel X1: Nach Tabelle Temp.-Mess. 2.X: TMT 2530 Z 3.X: 0/4 ... 20 mA/TSP 8267 4.X: •Detektor-temperatur	Wahl der techn. Einheit 1 /g/cm <sup>3</sup> in intern. techn. Einheiten 31 % Konz. f (θ)	% Konz. f (J) Eingabe der Stützpunkt-Nr. 1 ... 18 „33“ löscht sämtl. Werte
		10,0	1,0	3,0	10	1000	1,000	1,000	1
3	Schaltpunkt Relais 2 [%]	Relais 2: Sicherheits-schaltung 1.0 Min-Sicherheit 1.1 Max-Sicherheit	Relais 2: Hysterese [%]	Kalibrationsart 9999: Verriegeln 1: 1-Punkt-kalibr. 2: 2-Punkt-kalibr.	Ende des Dichtemeßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Ende des Dichtemeßbereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Anfang des Temperaturmeßbereichs (TSP 8267) [°C]	1: g 01: cm <sup>3</sup> 2: kg 02: dm <sup>3</sup> (l) 3: t 03: m <sup>3</sup> 4: oz 04: in <sup>3</sup> 5: lb 05: ft <sup>3</sup> 6: sh cwt 06: yd <sup>3</sup> (GB) 7: cwt 07: fl.oz (GB) 8: sh tn 08: fl.oz (US) 9: tn 09: gal (GB) 10: gal (US)	% Konz. f (θ) Eingabe des Korrekturfaktors
		90,0	1,1	3,0	2	2,000	2,000	-200	1,01
4	Höhere Kalibrations-zählrate [N/100 ms] bei $\rho_{min}$	Präparatsart: 0: Co 60 1: Cs 137	Ent-/Verriegeln Code 0045/4+6 1111: Entriegeln 9999: Verriegeln	Linearer Abschwächungs-koeffizient $\mu$ : (berechnet aus der 2-Punkt-Kalibr.)	K-Faktor	Ende des Temperaturmeßbereichs (TSP 8267) [°C]	% Konz. f (θ) Eingabe der entsprechenden Temperatur [°C]		
		5,000	1	9999	9999	6,154	1,000	300	xxxx
5	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft	Stromausgang 0: 0 ... 20 mA 1: 4 ... 20 mA	Strahlenweg durch das Medium [mm]	K-Faktor	Wahl des Kalibrationspunkts 1: $\rho_{klein}/2$ ; $\rho_{groß}$ Von der 1-Pkt.-Kalibration 31: $\rho_{cal} = \rho_{klein}$ 32: $\rho_{cal} = \rho_{groß}$	Eingabe der Referenztemperatur [°C] <sub>Ref</sub>	Aktueller Meßwert Techn. Einheit wie in 0845 gewählt		
		xxxx	0	3	200	1,000	1	xx	xxxx
6	Niedere Kalibrations-zählrate [N/100 ms] bei $\rho_{max}$	Ausgangswert bei Störung: 02: -10 % 12: 110 % 20: Halten 30: Weiter 11: 100 % 01: 0 %	Dichtewert Temperaturkompensiert [g/cm <sup>3</sup> ]	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Linearer Temperaturkoeffizient Eingabe der negativen Mantissee tk1	Aktueller Meßwert Techn. Einheit wie in Ebene 0845 gewählt	Eingabe Nachkalibriermodus 0: manuell 1: automat.	
		4,000	12	0	x,xxx	xxxx	xxxx	0	xxxx
7	Integrationszeit 0 ... 1000 s	Kleinste Frequenz $\Delta$ 0 mA Eingang 2	Aktueller Meßwert techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Linearer Temperaturkoeffizient Eingabe des negativen Exponenten tk1	% Konz. f (θ) Eingabe der Tabellen-Nr. 1 ... 18 33: Löschen	Zeitkonstante $\tau$ Nachkalibrierung	
		60	200	1000	xxxx	xxxx	xxxx	0	1
8	Temperatur (nur in Betriebsart 20)	Höchste Frequenz $\Delta$ 20 mA Eingang 2	Simulation des Ausgangssignals -10% ... 110%	Meßbereichs-anfang des Analogausgangs, techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einh. ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einh. ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	Quadr. Temperaturkoeffizient Eingabe der Mantissee tk2	% Konz. f (θ) Eingabe des % Konzentrationswertes fallend oder steigend	Fehlercode E902 0: Alarm Aus 1: Alarm Ein
		xx	1,200	xx	xxxx	1,500	1,500	0	0,00 %
9	Fehlererkennung Anzeige des aktuellen Fehlercodes	Letzter Fehlercode Löschen mit >E<	Betriebstage, Löschen mit >E<	Meßbereichs-ende des Analogausgangs, technischen Einheit wie in 0845 gewählt	Wahl des Kalibrations-satzes 0.1 – 0.3 Satz-Nr. 1.X Bestätigung 2.X Löschen	Wahl des Kalibrations-satzes 0.1 – 0.3 Satz-Nr. 1.X Bestätigung 2.X Löschen	Quadr. Temperaturkoeffizient Eingabe des negativen Exponenten tk2	% Konz. f (θ) Eingabe des Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ]	

## 6. Wartung

In regelmäßigen Abständen (ca. alle 6 Monate) sollte man folgende Parameter kontrollieren:

### **Sensortemperatur in °C (Betriebsebene 3500 (3573) Schalterstellung 8)**

In diesem Feld wird die höchste Temperatur angezeigt, die während des Betriebes am DG 57 aufgetreten ist. Falls der Grenzwert von 50 °C dauerhaft überschritten wird, muss man geeignete Gegenmaßnahmen einleiten, z.B.

- Verwendung eines Detektors mit Wasserkühlmantel
- thermische Abschirmung
- andere Einbauposition

### **Mittlere Referenz in % (Betriebsebene 3500 (3573) Schalterstellung 2)**

Dieser Parameter ist ein Maß für die relative Empfindlichkeit des Detektors. Er wird intern von der Software verwendet, um Änderungen der Empfindlichkeit zu kompensieren, die sich im Laufe der Zeit ergeben können.

Der Wert sollte zwischen 30% und 80% liegen.

Wenn der Wert außerhalb dieses Bereichs liegt, sollte man das Inspektionsintervall verkürzen (ca. alle 3 Monate) und einen Austausch einplanen.

Falls der Wert unter 5% oder über 95% liegt, ist der Detektor auszutauschen.



## 7. Service/Protokoll

### 7.1. Zusätzliche Funktionen

#### 7.1.1 Manuelle Nachkalibrierung mit Kalibrierplatte

Gibt es einen Unterschied zwischen dem gemessenen und dem wahren Dichtewert, dann kann die interne Kalibrationskurve durch die Verwendung der Kalibrierplatte korrigiert werden. Die automatische Kalibration ist in den Abschnitten 3.5, 4.5 und 5.5 beschrieben. Die manuelle Kalibration ist wie folgt, wobei:

- Die Meßbedingungen der ursprünglichen Platten-Kalibrierung wiederhergestellt werden müssen.
- Das System mindestens eine Stunde im Einsatz gewesen sein muß.
- Der korrigierte Dichtewert in 0045/0 und 0945/0 angezeigt wird.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
Rohrleitung mit dem Kalibrationsmedium befüllen, daß bei der Plattenherstellung benutzt wird. Strahlung ausschalten, Platte einschieben, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten.			
1	X.XXXX	0945	Eingabe der Programmierenebene
6	X.XXXX	0	Abgleichmodus 0: manuell
1	X.XXXX	0445	Eingabe der Programmierenebene
6	X.XXXX	E	Aktuelle Impulsrate speichern
8	X.XXXX		Überprüfen, ob der Wert auf der Kalibrierplatte angezeigt wird, wenn nicht, Nachkalibrierung wie folgt durchführen:
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
8	0.0000	X.XXX(X)	Eingabe der des Werts auf der Kalibrierplatte [g/cm <sup>3</sup> ]
9	XX	1	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
Die Nachkalibrierung wird automatisch gestartet und dauert etwa 10 Minuten. Während dieser Zeit wird Fehlermeldung S 902 angezeigt.			
Strahlung ausschalten, Platte entfernen, Strahlung einschalten, min. 5 Minuten warten.			

### 7.1.2 Manuelle Dichtekorrektur mit Dichteprobe

Ist eine Zweipunktkalibrierung durchgeführt worden und der Abstand der beiden Punkte war größer als 50 % der Meßspanne, dann kann die Dichte durch regelmäßige Probenentnahme mittels einer einfachen Einpunkt-Kalibration korrigiert werden. Dazu:

- Probe entnehmen. Dabei die angezeigte Impulsrate während der Probeentnahme notieren
- Dichtewert der Probe im Labor ermitteln =  $\rho_{\text{Soll}}$
- Kalibrierung wie unten beschrieben durchführen

#### Vorgehensweise

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	2	1	Wahl der Einpunkt-Kalibrationskurve
1	0	0945	Eingabe der Programmierenebene
6	0	0	Abgleichmodus 0: manuell
1	X.XXX	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
7	X.XXX	XXXX	Eingabe der Impulsrate bei der Probeentnahme
8	X.XXX	X.XXX	Eingabe des Labor-Dichtewertes
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende

### 7.1.3 Änderung des Dichtemeßbereichs nach der Kalibrierung

Der Dichtemeßbereich kann jederzeit nach der Kalibrierung geändert werden. Die neuen Werte werden in 0445/2 und 0445/3 eingegeben.

#### Vorgehensweise

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
3	1	1	Eingabe des Abgleichmodus
1	0	0445	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	01	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr. 1
2	X.XXX(X)	X.XXXX	Eingabe des Meßbereichanfanges in $\text{g/cm}^3$
3	X.XXX(X)	X.XXXX	Eingabe des Meßbereichendes in $\text{g/cm}^3$
9	1	11	Aktivierung des Kalibrationssatzes Nr. 1
0			Ende

**7.1.4 Spreizung des 4...20 mA-Ausgangs**

Während der Kalibrierung werden dem Anfang und dem Ende des 4...20 mA-Ausgangs die Werte 0 % bzw. 100 % des Dichtebereiches zugeordnet. Der daraus resultierende Anzeigenbereich ist z. B. 1,00 bis 1,50 g/cm<sup>3</sup>. Im Skalierungsmenü ist es durch Eingabe von neuen 4 mA- und 20 mA-Werten möglich, andere Signalbereiche einzustellen.

**Vorgehensweise**

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	1145	Eingabe der Programmierenebene
2	XXXX	1	Skalierungsmenü aktivieren
3	X.XXX	e.g. 1.1	4 mA-Wert: ENTER drücken, um Wert zu speichern
4	X.XXX	e.g. 1.4	20 mA-Wert: ENTER drücken, um Wert zu speichern
0			Ende: 0> Dichtewert

**7.1.5 Dynamische Anpassung der Integrationszeit**

Bei sprunghaften Dichteänderungen bzw. bei Veränderung von befüllter Leitung zu leer (oder umgekehrt), wirkt die eingestellte Integrationszeit ( $\tau$ ). Mit Hilfe eines Faktors kann diese Integrationszeit verkürzt werden, im Verhältnis 1:1 bis 10:1. Der Faktor wirkt sowohl auf die Integrationszeit als auch auf die Integrationszeit der Referenz. Dadurch wird das Ausgangssignal wesentlich schneller auf den neuen Wert eingestellt. Nach einer Zeit von  $3 \times \tau$  (dynamisches  $\tau$ ), wirkt dann wieder die in 0045/7 eingestellte Integrationszeit.

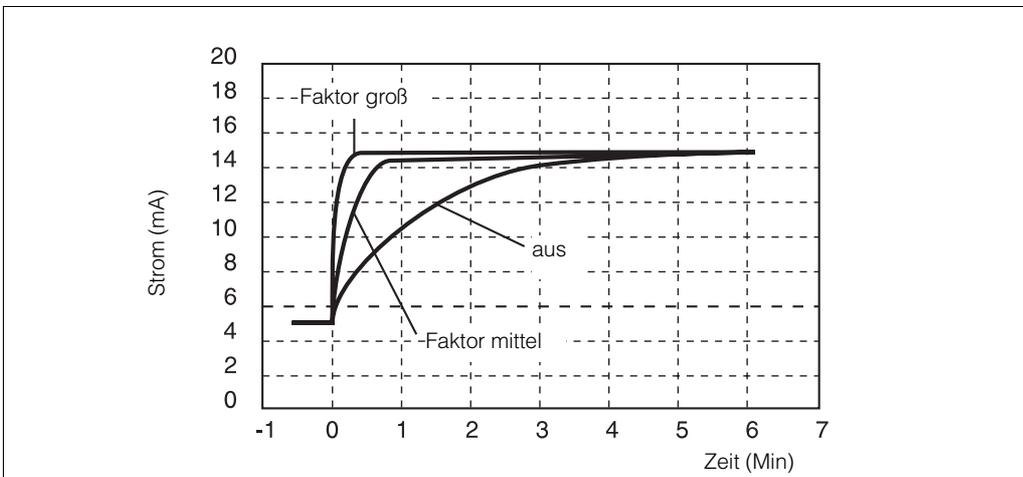


Abb. 7.1 Sicherungen

**Vorgehensweise**

Dreh-Schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	1145	Eingabe der Programmierenebene
6	100	30	Eingabe $\Delta$ -Impulsrate in Prozent (Schwellenwert, ab der die Funktion aktiv wird) ENTER drücken, um Wert zu speichern
7	1	e.g. 3	Eingabe des Faktors, um den die Integrationszeit verkleinert wird (1...10). ENTER drücken, um Wert zu speichern
0			Ende

## 7.2. Neuprogrammierung eines getauschten FMG 573 Z/S

Außer den Grundeinstellungen wie, z. B. Wahl der Betriebsart, der Schaltpunkte etc., müssen die Kalibrationswerte neu eingegeben werden: Bei einer Einpunktkalibration empfehlen wir eine neue Kalibration während des Betriebes.

Bei einer Zweipunktkalibration gibt es zwei Möglichkeiten, um die Kalibrationswerte neu einzugeben:

- die Werte des ausgewechselten FMG 573 Z/S können noch angezeigt werden (A).
- Nur die ursprünglichen Werte der Erstkalibration sind verfügbar (B).

### (A) Die Werte des ausgewechselten FMG 573 Z/S können noch angezeigt werden:

Lesen Sie die folgenden Werte am gestörten Auswertegerät ab und notieren Sie diese.

Dreh-schalter	Anzeige	Eingabe	Bedeutung
1	0	0545	Eingabe der Programmierenebene
9	XX	1	Anwahl des Kalibrationssatzes Nr.1
2	X.XXX		Anzeige des Dichtemeßbereichanfanges in g/cm <sup>3</sup>
3	X.XXX		Anzeige des Dichtemeßbereichendes in g/cm <sup>3</sup>
5	1	1	Wahl des ersten Kalibrationswertes ρ <sub>1</sub> = kleinere Kalibrationsdichte
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate in N/100 ms
8	X.XXX		Anzeige der kleineren Kalibrationsdichte in g/cm <sup>3</sup>
5	1	2	Wahl des zweiten Kalibrationswertes ρ <sub>2</sub> = größere Kalibrationsdichte
7	XXXX		Anzeige der gespeicherten Zählrate in N/100 ms
8	X.XXX		Anzeige der größeren Kalibrationsdichte in g/cm <sup>3</sup>
1	0	0345	Eingabe der Programmierenebene
5	XXXX		Anzeige des Strahlenwegs durch des Medium [mm]
1	0	0445	Eingabe der Programmierenebene
4	XXXX		Anzeige des linearen Absorptionskoeffizient μ (berechnet aus der 2-Punkt-Kalibrierung)
. . . Diese Werte müssen jetzt in das Ersatzgerät eingegeben werden . . .			
9	1	11	Aktivieren des Kalibrationssatzes Nr.1 etc.
0			Ende

### (B) mit den ursprünglichen Werten der Erstkalibration

Ausgehend von dem **Datum**, den **Kalibrationsdichten** und den entsprechenden **Zählraten** müssen die momentanen Werte, abhängig vom Zerfall der radioaktiven Strahlenquelle, berechnet werden.

Diese Werte werden dann in das Ersatzauswertegerät programmiert.

- Cs 137:  $N_{\text{aktuell}} = \frac{N_{\text{original}}}{2^{\frac{\text{Anzahl der vergangenen Monate}}{362}}}$  wobei N = Zählrate

- Co 60 :  $N_{\text{aktuell}} = \frac{N_{\text{original}}}{2^{\frac{\text{Anzahl der vergangenen Monate}}{63}}}$  wobei N = Zählrate

### 7.3. Störungsmeldungen

Falls die Selbstüberwachung des FMG 573 Z/S einen nicht plausiblen Zustand erkennt, wird eine Störung gemeldet und in Drehschalterstellung 9 angezeigt.

Abhängig von der Bedeutung der Störungsmeldung wird das Alarmrelais (A) geschaltet.

Eine Warnung (W) bewirkt nur die Anzeige einer Störungsmeldung (das Alarmrelais schaltet nicht).

Störungsmeldung	M: Bedeutung C: Maßnahmen
E204 (A)	M: Temperatursignal von DG 57 <-30 °C oder >80 °C C: Tauschen Sie den DG 57 aus; der Detektor kann weitermessen, wenn in der Programmierenebene 0145, Dehschalterstellung 6 der Wert 30 eingegeben wurde
E205 (A)	M: Die Zählrate des Detektors ist zu gering C: Tauschen Sie den Detektor DG 57 aus
E206 (A)	M: Der Referenzwert ist außerhalb des zulässigen Bereichs C: Strahlung überprüfen! D.h. Strahlung ausschalten. Wenn Fehlermeldung verschwindet war Strahlung zu hoch, z.B. wegen fehlendem Medium im Rohr (Siehe Kapitel 1.6 Leerrohrerkennung). Andernfalls ist Detektor außerhalb des zulässigen Bereichs und muß ausgetauscht werden
E400 (A)	M: Kein Meßwert von DG 57 und das Durchflußsignal oder das Temperatursignal liefert keine plausiblen Signale C: Überprüfen Sie die Verdrahtung
E401 (A)	M: Kein Signal vom Detektor DG 57 C: a) Überprüfen Sie die Verdrahtung. Achten Sie auf die richtige Polarität. b) Falls die Verdrahtung in Ordnung ist, überprüfen Sie die Spannung an den Klemmen des Detektors. Richtiger Wert: 13,7 V +/- 3V. Falls die Spannung in Ordnung ist, liegt ein Fehler vom Detektor vor. Detektor austauschen. c) Falls die Spannung am Detektor nicht vorhanden ist, überprüfen Sie die gleiche Spannung am Ausgang der Auswerteelektronik FMG 573. Sollte die Spannung nicht vorhanden sein, so ist die Auswerteeinheit defekt.
E402 (A)	M: Kein Signal von der Durchfluß- oder Temperaturmessung C: Überprüfen Sie die Verdrahtung
E403 (A)	M: Die Frequenz des PFM-Signals von der Durchfluß- oder Temperaturmessung ist zu niedrig C: a) Überprüfen und ggf. berichtigen Sie die Betriebsart der Temperaturkompensation: siehe Kap. 5.4.1 b) Überprüfen und ggf. berichtigen Sie den gewählten Bereich: Programmierenebene 0145, Drehschalterstellung 7
E404 (A)	M: Die Frequenz des PFM-Signals von der Durchfluß- oder Temperaturmessung ist zu hoch C: a) Überprüfen und ggf. berichtigen Sie die Betriebsart der Temperaturkompensation: siehe Kap. 5.4.1 b) Überprüfen und ggf. berichtigen Sie den gewählten Bereich: Programmierenebene 0145, Drehschalterstellung 8
E410 (A)	M: Der berechnete Dichtewert ist kleiner als Null C: Die Zählrate am Detektor ist extrem hoch, z.B. bei leerer Rohrleitung oder nur teilweise befülltem Rohr

<b>Störungsmeldung</b>	<b>M: Bedeutung</b> <b>C: Maßnahmen</b>
E502 (A)	M: Die Temperatur am DG 57 ist größer als 55 °C C: Gewährleisten Sie, daß die Temperatur am Detektor 50 °C nicht überschreitet: überprüfen oder installieren Sie einen Wasserkühlmantel
E507 (A)	Rufen Sie den Service von Endress + Hauser
E700 (A)	M: Elektromagnetische Einstrahlungen auf Eingang 2 C: Geben Sie in Ebene 0445 bzw. in Ebene 0545 in Drehschalterstellung 9 den Wert 11 ein
E710 (A)	M: Fehler bei der Eingabe der Umrechnungstabelle C: Die Werte der % Konzentration müssen streng monoton ansteigen oder abfallen
E711 (A)	M: Fehler bei der Eingabe der Umrechnungstabelle C: Die Dichtewerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen
E712 (A)	M: Fehler bei der Eingabe der Korrekturtabelle – % Konzentration f (ϑ) C: Temp. muß für jeden Tabellenpunkt einen anderen Wert haben
E713 (A)	M: Fehler bei der Eingabe der Umrechnungstabelle C: Die Dichtewerte müssen streng monoton ansteigen oder abfallen
E730 (A)	M: Fehler bei der Eingabe der Korrekturtabelle: % Konzentration oder Dichtewerte abhängig von der Temperatur C: Die Temperaturwerte müssen streng monoton ansteigen Fehler bei der Eingabe des Dichtemeßbereiches während der Kalibration
E801 (A)	M: Fehler bei der Eingabe des Dichtemeßbereiches C: Der Wert in Programmier Ebene 0445 bzw. in 0545, Drehschalterstellung 2 ( $\rho_{\min}$ ) muß kleiner als der Wert in Drehschalterstellung 3 ( $\rho_{\max}$ ) sein.
E810 (A)	M: Fehler bei der Eingabe: die Kalibrationsdichte liegt außerhalb des Meßbereiches C: Der in Programmier Ebene 0445, Drehschalterstellung 8 eingegebene Wert muß sich innerhalb des in Schalterstellung 2 ( $\rho_{\min}$ ) und Schalterstellung 3 ( $\rho_{\max}$ ) festgelegten Meßbereiches befinden.
E820 (A)	M: Fehler bei der Eingabe: der Dichtewert befindet sich außerhalb des Meßbereiches C: die Werte in Programmier Ebene 0545, Drehschalterstellung 8 müssen sich innerhalb der Werte in Drehschalterstellung 2 ( $\rho_{\min}$ ) und Stellung 3 ( $\rho_{\max}$ ) befinden.
E821 (A)	M: Fehler bei der Eingabe: die Kalibration ist noch nicht vollständig, bei der Zweipunktkalibration fehlt ein Kalibrationswert C: Überprüfen Sie die Kalibrationswerte
E900 (A)	M: Der berechnete Wert in seiner technischen Einheit ist größer als 9999 C: Wählen Sie eine passende technische Einheit für die der Anzeigebereich von 4 Stellen ausreicht
E901 (W)	M: Die Zählrate ist außerhalb des Meßbereiches C: Führen Sie die Einpunkt- oder Zweipunktkalibration durch
E902 (A)	M: Nachkalibrierung läuft, 0: Warnung, wählbar in 0945/8 1: Alarm C: Warte bis Ende der Kalibrierung
E999 (W)	M: Bitte rufen Sie den Kundendienst von Endress + Hauser

### 7.4. Fehlersuche

Wenn im Display keine Anzeige leuchtet, Netzspannung und Sicherungen überprüfen. Abbildung zeigt Lage und Werte der Sicherungen.

Feinsicherungen im GAMMASILOMETER FMG 573 Z  
Geräterückwand abgenommen

Lithium-Batterie

Sicherung

Netzanschluß	Sicherung für (eigensichere) Eingangsschaltung	Netzseitige Sicherung
220 V ... 240 V    50/60 Hz	63 mA	125 mA
110 V ... 127 V    50/60 Hz	125 mA	315 mA
24 V                50/60 Hz	630 mA	1,0 A
24 V Gleichspannung	630 mA	----
mittelträge		

Abb. 7.1  
Sicherungen

#### 7.4.1 Wartung der Rohrleitung

Für alle Arbeiten in oder an der Rohrleitung, z. B. Reinigung, muß die „Strahlung abgeschaltet“ werden, d. h. der Strahlenaustrittskanal des Strahlenschutzbehälters verschlossen werden. Näheres siehe Technische Beschreibung QG 020, QG 100.

#### 7.4.2 Überprüfung des Radionuklides

Durch den radioaktiven Zerfall des Strahlers nimmt seine Aktivität im Laufe der Zeit ab. Diese Abnahme wird im FMG 573 Z in gewissen Grenzen kompensiert. Wenn die Aktivität soweit abgesunken ist, daß sich die statistischen Schwankungen der Strahlung durch Anzeigeschwankungen bemerkbar machen (vor allem im unteren Bereich) kann durch Vergrößern der Zeitkonstante eine ruhige Anzeige erzielt werden.

Ist die Impulsrate auf 50 % ihres Anfangswertes abgesunken, sollte das Radionuklid ausgetauscht werden.

### 7.5. Programm Matrix für zusätzliche Funktionen

	Betriebs-ebene	Grundeinstellung	• Relais-funktionen • Impuls-zähler	• Betriebsart • Kalibra-tionsart	Einpunkt-Kalibration	Zweipunkt-kalibration	Wahl der technischen Einheiten Umrechnung Dichte in %	% Konzen-tration f (θ) Nach-kalibrierung	Adaptives Filter Meßbereichssp-reizung
0									
	Code 0045	Code 0145	Code 0245	Code 0345	Code 0445	Code 0545	Code 0845	Code 0945	Code 1145
	Schaltpunkt Relais 1 [%]	Relais 1: Sicherheits-schaltung 1.0 Min-Sicherheit 1.1 Max-Sicherheit	Relais 1: Hysterese [%]	Betriebsart: 20: Tempe-raturkompen-siert	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Anfang des Dichtemeß-bereiches $\rho_{min}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Wahl der techn. Einheit 1 /g/cm <sup>3</sup> in intern. techn. Einheiten 31 % Konz. f (θ)	% Konz. f (θ) Eingabe der Stützpunkt-Nr. 1 ... 18 „33“ löscht sämtl. Werte	Meßbereich-spreizung 0: aus 1: ein
2	10,0	1,0	3,0	10	1000	1,000	1	1	0
	Schaltpunkt Relais 2 [%]	Relais 2: Sicherheits-schaltung 1.0 Min-Sicherheit 1.1 Max-Sicherheit	Relais 2: Hysterese [%]	Kalibrationsart 9999: Verriegeln 1: 1-Punkt-kalibr. 2: 2-Punkt-kalibr.	Ende des Dichtemeß-bereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	Ende des Dichtemeß-bereiches $\rho_{max}$ [g/cm <sup>3</sup> ]	1: g 2: kg 3: t 4: oz 5: lb 6: sh ctw 7: cwt 8: sh tn 9: tn 01: cm <sup>3</sup> 02: dm <sup>3</sup> (l) 03: m <sup>3</sup> 04: in <sup>3</sup> 05: ft <sup>3</sup> 06: yd <sup>3</sup> (GB) 07: fl.oz (US) 08: gal (US) 09: gal (GB) 10: gal (US)	% Konz. f (θ) Eingabe des Korrektur-faktors	4 mA-Wert
3	90,0	1,1	3,0	2	2,000	2,000	1,01	1,000	0
	Höhere Kal-brations-zählrate [N/100 ms] bei $\rho_{min}$	Präparatsart: 0: Co 60 1: Cs 137		Ent-/ Verriegeln Code 0045/4+6 1111: Entriegeln 9999: Verriegeln	Linearer Ab-schwächungs-koeffizient $\mu$ : (berechnet aus der 2-Punkt-Kalibr.)	K-Faktor		% Konz. f (θ) Eingabe der ent-sprechenden Temperatur [°C]	20 mA-Wert
4	5,000	1	9999	9999	6,154	1,000	xxxx	0	100
	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft	Strom-ausgang 0: 0 ... 20 mA 1: 4 ... 20 mA		Strahlenweg durch das Medium [mm]	K-Faktor	Wahl des Kali-brationspunkts 1: $\rho_{klein}$ /2; $\rho_{groß}$ Von der 1-Pkt.-Kalibration 31: $\rho_{cal} = \rho_{klein}$ 32: $\rho_{cal} = \rho_{groß}$		Aktueller Meßwert Techn. Ein-heit wie in 0845 gewählt	Skalierungs-faktor 1...1000
5	xxxx	0	3	200	1,000	1	xxxx	XXXX	1
	Niedere Kali-brations-zählrate [N/100 ms] bei $\rho_{max}$	Ausgangswert bei Störung: 02: - 10 % 12: 110 % 20: Halten 30: Weiter 11: 100 % 01: 0 %		Dichtewert Temperatur-kompensiert [g/cm <sup>3</sup> ]	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Aktuelle Zählrate [N/100 ms] gedämpft, >E< drücken, um zu kalibrieren	Aktueller Meßwert Techn. Einheit wie in Ebene 0845 gewählt	Eingabe Kalibriermodus 0: manuell 1: automat.	Prozent Δ-Impulsrate für adaptiven Filter
6	4,000	12	0	X,XXX	xxxx	xxxx	xxxx	0	0
	Integrations-zeit 0 ... 1000 s	Kleinste Frequenz Δ 0 mA Eingang 2		Aktueller Meßwert techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	Kalibrations-Zählrate [N/100 ms]	% Konz. f (θ) Eingabe der Tabellen-Nr. 1 ... 18 33: Löschen	Zeitkonstante τ Nach-kalibrierung	Faktor X für adaptiven Filter
7	60	200	1000	xxxx	xxxx	xxxx	1	0,000	0
	Temperatur (nur in Betriebsart 20)	Höchste Frequenz Δ 20 mA Eingang 2	Simulation des Aus-gangssignals -10% ... 110%	Meßbereichs-anfang des Analogaus-gangs, techn. Einheit wie in 0845 gewählt	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einh. ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	Eingabe der Kalibrations-dichte, die techn. Einh. ist immer [g/cm <sup>3</sup> ]	% Konz. f (θ) Eingabe des % Konzentra-tionswertes fallend oder steigend	Fehlercode E902 0: Alarm Aus 1: Alarm Ein	Produkt-temperatur
8	xx	1,200	xx	xxxx	1,500	1,500	0,00 %	1	XXXX
	Fehler-erkennung Anzeige des aktuellen Fehlercodes	Letzter Fehler-code Löschen mit >E<	Betriebstage, Löschen mit >E<	Meßbereichs-ende des Analog-ausgangs, technischen Einheit wie in 0845 gewählt	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1 – 0.3 Satz-Nr. 1.X Bestä-tigung 2.X Löschen	Wahl des Kali-brationssatzes 0.1 – 0.3 Satz-Nr. 1.X Bestä-tigung 2.X Löschen	% Konz. f (θ) Eingabe des Dichtewertes [g/cm <sup>3</sup> ]		
9									

### 6.4.3 Kalibrationswerte

	Kalibration	Neukalibration
Meßstellen Nr.	.....	.....
Tag Nr.	.....	.....
Detektor Nr.	.....	.....
Datum	.....	.....
Prozeßmedium	.....	.....
Temperaturbereich	.....	.....
Durchflußmeßbereich	.....	.....
Dichtemeßbereich $\rho$ min ... $\rho$ max	..... [g/cm <sup>3</sup> ]	..... [g/cm <sup>3</sup> ]
Technische Einheit	.....	.....
$\rho$ 1: kleinerer Dichtekalibrationswert	..... [g/cm <sup>3</sup> ]	..... [g/cm <sup>3</sup> ]
N1: Zählrate zu kleinem Kalibrationswert	..... [N/100 ms]	..... [N/100 ms]
$\rho$ 2: größerer Dichtekalibrationswert	..... [g/cm <sup>3</sup> ]	..... [g/cm <sup>3</sup> ]
N2: Zählrate zu größerem Kalibrationswert	..... [N/100 ms]	..... [N/100 ms]
Integrationszeit	..... [s]	..... [s]
Bemerkungen:	.....	.....
Firma:	.....	.....
Anschrift:	.....	.....
Ansprechpartner/Telefon:	.....	.....
Kalibration durch:	.....	.....

## Europe

**Austria**  
□ Endress+Hauser Ges.m.b.H.  
Wien  
Tel. (01) 880 56-0, Fax (01) 880 56-35

**Belarus**  
Belorgsintez  
Minsk  
Tel. (01 72) 508473, Fax (01 72) 508583

**Belgium / Luxembourg**  
□ Endress+Hauser N.V.  
Brussels  
Tel. (02) 248 06 00, Fax (02) 248 05 53

**Bulgaria**  
INTERTECH-AUTOMATION  
Sofia  
Tel. (02) 66 48 69, Fax (02) 9 63 13 89

**Croatia**  
□ Endress+Hauser GmbH+Co.  
Zagreb  
Tel. (01) 663 77 85, Fax (01) 663 78 23

**Cyprus**  
I+G Electrical Services Co. Ltd.  
Nicosia  
Tel. (02) 48 47 88, Fax (02) 48 46 90

**Czech Republic**  
□ Endress+Hauser GmbH+Co.  
Praha  
Tel. (026) 6 78 42 00, Fax (026) 6 78 41 79

**Denmark**  
□ Endress+Hauser A/S  
Søborg  
Tel. (70) 13 11 32, Fax (70) 13 21 33

**Estonia**  
ELVI-Aqua  
Tartu  
Tel. (7) 44 16 38, Fax (7) 44 15 82

**Finland**  
□ Endress+Hauser Oy  
Helsinki  
Tel. (0204) 83160, Fax (0204) 83161

**France**  
□ Endress+Hauser S.A.  
Huningue  
Tel. (3 89) 69 67 68, Fax (3 89) 69 48 02

**Germany**  
□ Endress+Hauser Messtechnik GmbH+Co.  
Weil am Rhein  
Tel. (0 76 21) 9 75-01, Fax (0 76 21) 9 75-555

**Great Britain**  
□ Endress+Hauser Ltd.  
Manchester  
Tel. (01 61) 2 86 50 00, Fax (01 61) 9 98 18 41

**Greece**  
I & G Building Services Automation S.A.  
Athens  
Tel. (01) 924 15 00, Fax (01) 922 17 14

**Hungary**  
Mile Ipari-Elektro  
Budapest  
Tel. (01) 43 19 80 00, Fax (01) 43 19 81 7

**Iceland**  
BIL ehf  
Reykjavik  
Tel. (05) 61 96 16, Fax (05) 61 96 17

**Ireland**  
Flomeaco Company Ltd.  
Kildare  
Tel. (045) 86 86 15, Fax (045) 86 81 82

**Italy**  
□ Endress+Hauser S.p.A.  
Cernusco s/N Milano  
Tel. (02) 92192-1, Fax (02) 92192-362

**Latvia**  
Rino TK  
Riga  
Tel. (07) 31 50 87, Fax (07) 31 50 84

**Lithuania**  
UAB "Agava"  
Kaunas  
Tel. (07) 20 24 10, Fax (07) 20 74 14

**Netherlands**  
□ Endress+Hauser B.V.  
Naarden  
Tel. (0 35) 6 95 86 11, Fax (0 35) 6 95 88 25

**Norway**  
□ Endress+Hauser A/S  
Tranby  
Tel. (0 32) 85 98 50, Fax (0 32) 85 98 51

**Poland**  
Endress+Hauser Polska Sp. z o.o.  
Warszawy  
Tel. (0 22) 7 20 10 90, Fax (0 22) 7 20 10 85

**Portugal**  
Tecnisis - Technica de Sistemas Industriais  
Linda-a-Velha  
Tel. (21) 4267290, Fax (21) 4267299

**Romania**  
Romconseng S.R.L.  
Bucharest  
Tel. (01) 4 10 16 34, Fax (01) 4 11 25 01

**Russia**  
Endress+Hauser Moscow Office  
Moscow  
Tel. (0 95) 1 58 75 64, Fax (0 95) 1 58 98 71

**Slovakia**  
Transcom Technik s.r.o.  
Bratislava  
Tel. (7) 44 88 86 84, Fax (7) 44 88 71 12

**Slovenia**  
Endress+Hauser D.O.O.  
Ljubljana  
Tel. (01) 519 22 17, Fax (01) 519 22 98

**Spain**  
□ Endress+Hauser S.A.  
Sant Just Desvern  
Tel. (93) 4 80 33 66, Fax (93) 4 73 38 39

**Sweden**  
□ Endress+Hauser AB  
Sollentuna  
Tel. (08) 55 51 16 00, Fax (08) 55 51 16 55

**Switzerland**  
□ Endress+Hauser Metso AG  
Reinach/BL 1  
Tel. (0 61) 7 15 75 75, Fax (0 61) 7 11 16 50

**Turkey**  
Intek Endüstriyel Ölçü ve Kontrol Sistemleri  
Istanbul  
Tel. (02 12) 2 75 13 55, Fax (02 12) 2 66 27 75

**Ukraine**  
Photonika GmbH  
Kiev  
Tel. (44) 2 68 81, Fax (44) 2 69 08

**Yugoslavia Rep.**  
Meris d.o.o.  
Beograd  
Tel. (11) 4 44 19 66, Fax (11) 4 44 19 66

## Africa

**Egypt**  
Anasia  
Heliopolis/Cairo  
Tel. (02) 4 17 90 07, Fax (02) 4 17 90 08

**Morocco**  
Oussama S.A.  
Casablanca  
Tel. (02) 24 13 38, Fax (02) 40 26 57

**South Africa**  
□ Endress+Hauser Pty. Ltd.  
Sandton  
Tel. (011) 2 62 80 00 Fax (011) 2 62 80 62

**Tunisia**  
Contrôle, Maintenance et Regulation  
Tunis  
Tel. (01) 79 30 77, Fax (01) 78 85 95

## America

**Argentina**  
□ Endress+Hauser Argentina S.A.  
Buenos Aires  
Tel. (01) 4 52 27 970, Fax (01) 4 52 27 909

**Bolivia**  
Tritec S.R.L.  
Cochabamba  
Tel. (042) 5 69 93, Fax (042) 5 09 81

**Brazil**  
□ Samson Endress+Hauser Ltda.  
Sao Paulo  
Tel. (011) 50 31 34 55, Fax (011) 50 31 30 67

**Canada**  
□ Endress+Hauser Ltd.  
Burlington, Ontario  
Tel. (905) 6 81 92 92, Fax (9 05) 6 81 94 44

**Chile**  
□ Endress+Hauser Chile Ltd.  
Santiago  
Tel. (02) 321-3009, Fax (02) 321-3025

**Colombia**  
Colsein Ltda.  
Bogota D.C.  
Tel. (01) 2 36 76 59, Fax (01) 6 10 41 86

**Costa Rica**  
EURO-TEC S.A.  
San Jose  
Tel. (02) 96 15 42, Fax (02) 96 15 42

**Ecuador**  
Insetec Cia. Ltda.  
Quito  
Tel. (02) 26 91 48, Fax (02) 46 18 33

**Guatemala**  
ACISA Automatizacion Y Control Industrial S.A.  
Ciudad de Guatemala, C.A.  
Tel. (03) 34 59 85, Fax (03) 32 74 31

**Mexico**  
□ Endress+Hauser S.A. de C.V.  
Mexico City  
Tel. (5) 5 68 24 05, Fax (5) 5 68 74 59

**Paraguay**  
Incoel S.R.L.  
Asuncion  
Tel. (021) 21 39 89, Fax (021) 22 65 83

**Uruguay**  
Circular S.A.  
Montevideo  
Tel. (02) 92 57 85, Fax (02) 92 91 51

**USA**  
□ Endress+Hauser Inc.  
Greenwood, Indiana  
Tel. (317) 5 35-71 38, Fax (317) 5 35-84 98

**Venezuela**  
Control C.A.  
Caracas  
Tel. (02) 944 09 66, Fax (02) 944 45 54

## Asia

**China**  
□ Endress+Hauser Shanghai  
Instrumentation Co. Ltd.  
Shanghai  
Tel. (021) 54 90 23 00, Fax (021) 54 90 23 03

□ Endress+Hauser Beijing Office  
Beijing  
Tel. (010) 68 34 40 58, Fax (010) 68 34 40 68

**Hong Kong**  
□ Endress+Hauser HK Ltd.  
Hong Kong  
Tel. 25 28 31 20, Fax 28 65 41 71

**India**  
□ Endress+Hauser (India) Pvt. Ltd.  
Mumbai  
Tel. (022) 8 52 14 58, Fax (022) 8 52 19 27

**Indonesia**  
PT Grama Bazita  
Jakarta  
Tel. (21) 7 97 50 83, Fax (21) 7 97 50 89

**Japan**  
□ Sakura Endress Co. Ltd.  
Tokyo  
Tel. (04 22) 54 06 13, Fax (04 22) 55 02 75

**Malaysia**  
□ Endress+Hauser (M) Sdn. Bhd.  
Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan  
Tel. (03) 7 33 48 48, Fax (03) 7 33 88 00

**Pakistan**  
Speedy Automation  
Karachi  
Tel. (021) 7 72 29 53, Fax (021) 7 73 68 84

**Philippines**  
□ Endress+Hauser Philippines Inc.  
= Metro Manila  
Tel. (2) 3 72 36 01-05, Fax (2) 4 12 19 44

**Singapore**  
□ Endress+Hauser (S.E.A.) Pte., Ltd.  
Singapore  
Tel. 5 66 82 22, Fax 5 66 68 48

**South Korea**  
□ Endress+Hauser (Korea) Co., Ltd.  
Seoul  
Tel. (02) 6 58 72 00, Fax (02) 6 59 28 38

**Taiwan**  
Kingjarl Corporation  
Taipei R.O.C.  
Tel. (02) 27 18 39 38, Fax (02) 27 13 41 90

**Thailand**  
□ Endress+Hauser Ltd.  
Bangkok  
Tel. (2) 996 78 11-20, Fax (2) 996 78 10

**Vietnam**  
Tan Viet Bao Co. Ltd.  
Ho Chi Minh City  
Tel. (08) 8 33 52 25, Fax (08) 8 33 52 27

**Iran**  
PATSA Co.  
Tehran  
Tel. (021) 8 75 47 48, Fax (021) 8 74 77 61

**Israel**  
Instrumentics Industrial Control Ltd.  
Netanya  
Tel. (09) 8 35 70 90, Fax (09) 8 35 06 19

**Jordan**  
A.P. Parpas Engineering S.A.  
Amman  
Tel. (06) 4 64 32 46, Fax (06) 4 64 57 07

**Kingdom of Saudi Arabia**  
Anasia Ind. Agencies  
Jeddah  
Tel. (02) 6 71 00 14, Fax (02) 6 72 59 29

**Lebanon**  
Network Engineering  
Jbeil  
Tel. (3) 94 40 80, Fax (9) 54 80 38

**Sultanate of Oman**  
Mustafa Sultan Science & Industry Co. L.L.C.  
Ruwi  
Tel. 60 20 09, Fax 60 70 66

**United Arab Emirates**  
Descon Trading EST.  
Dubai  
Tel. (04) 2 65 36 51, Fax (04) 2 65 32 64

**Yemen**  
Yemen Company for Ghee and Soap Industry  
Taiz  
Tel. (04) 23 06 64, Fax (04) 21 23 38

## Australia + New Zealand

**Australia**  
ALSTOM Australia Limited  
Milperra  
Tel. (02) 97 74 74 44, Fax (02) 97 74 46 67

**New Zealand**  
EMC Industrial Group Limited  
Auckland  
Tel. (09) 4 15 51 10, Fax (09) 4 15 51 15

## All other countries

□ Endress+Hauser GmbH+Co.  
Instruments International  
Weil am Rhein  
Germany  
Tel. (0 76 21) 9 75-02, Fax (0 76 21) 9 75-345

