



Technische Information

prosonic T FMU230, FMU231

Ultraschall-Füllstandmessung

Kompaktgeräte zur berührungslosen Füllstandmessung von Flüssigkeiten und grobkörnigen Schüttgütern



Anwendungsbereich

Die Kompaktgeräte Prosonic T dienen zur kontinuierlichen, berührungslosen Füllstandmessung in Flüssigkeiten und grobkörnigen oder stückigen Schüttgütern (Korngröße ab 4 mm).

Der maximale Messbereich ist

- FMU 230:
 - 4 m in Flüssigkeiten
 - 2 m in Schüttgütern
- FMU 231:
 - 7 m in Flüssigkeiten
 - 3,5 m in Schüttgütern

Ihre Vorteile

- Berührungsloses Messverfahren, daher nahezu unabhängig von den Produkteigenschaften
- Temperatursensor zur Laufzeitkorrektur integriert, daher genaue Messung auch bei Temperaturänderungen
- Linearisierungsfunktion zur Ausgabe des Messwertes in beliebigen Einheiten
- mit steckbarem Display
- Einfache Montage über G 1½", G2", NPT 1½" oder NPT 2" Schraubanschluss
- Zweidrahtgerät mit füllstandproportionalem Ausgangsstrom 4-20 mA

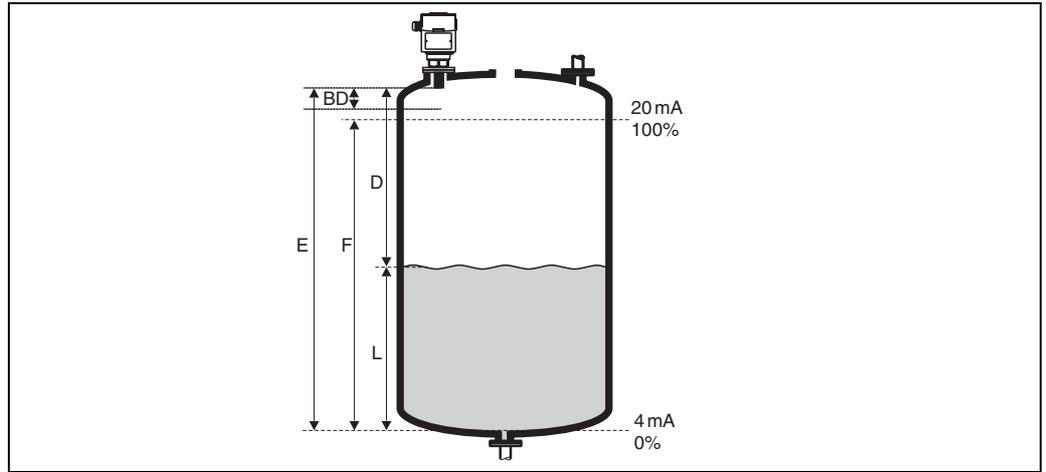
Inhaltsverzeichnis

Arbeitsweise und Systemaufbau	3
Laufzeitverfahren	3
Signalauswertung	3
Abgleich	3
Linearisierung	3
Eingangskenngrößen	4
Messgröße	4
Messbereich	4
Arbeitsfrequenz	5
Ausgangskenngrößen	5
Ausgangssignal	5
Ausfallsignal	5
Integrationszeit	5
Bürde	6
Hilfsenergie	6
Elektrischer Anschluss	6
Versorgungsspannung	6
Leistungsaufnahme	6
Kabeleinführung	6
Messgenauigkeit	6
Referenzbedingungen	6
Messwertauflösung	6
Messabweichung	6
Pulsfrequenz	6
Antwortzeit	6
Einbaubedingungen	7
Einbauvarianten	7
Blockdistanz, Stützenmontage	7
Einbaulage	8
Umgebungsbedingungen	8
Umgebungstemperatur	8
Lagerungstemperatur	8
Klimaklasse	8
Schutzart	8
Schwingungsfestigkeit	8
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	8
Prozessbedingungen	9
Prozesstemperatur	9
Prozessdruck	9
Konstruktiver Aufbau	9
Bauform, Maße	9
Gewicht	9
Gehäusewerkstoff	9
Prozessanschluss	9

Anzeige- und Bedienoberfläche	10
Bedienelemente	10
LED	10
Displaymodul (optional)	10
Zertifikate und Zulassungen	10
CE-Zeichen	10
Externe Normen und Richtlinien	10
Bestellinformationen	11
Produktstruktur	11
Lieferumfang	11
Zubehör	11
Wetterschutzhaube	11
Adapterflansch	12
Montagewinkel	12
Ausleger	13
Montageständer	14
Wandhalter	14
Ergänzende Dokumentation	15
System Information	15
Betriebsanleitung	15

Arbeitsweise und Systemaufbau

Laufzeitverfahren



E: Leerdistanz; **F:** Messspanne (Voll дистанz); **D:** Abstand Sensormembran - Füllgutoberfläche; **L:** Füllstand; **BD:** Blockdistanz

Der Sensor des Prosonic T sendet Ultraschallimpulse in Richtung der Füllgutoberfläche. Dort werden sie reflektiert und anschließend vom Sensor wieder empfangen. Der Prosonic T misst die Zeit t zwischen Senden und Empfangen eines Impulses. Aus ihr berechnet er (mithilfe der Schallgeschwindigkeit c) die Distanz D zwischen der Sensormembran und der Füllgutoberfläche:

$$D = c \cdot t / 2$$

Da dem Gerät die Leerdistanz E durch Eingabe bekannt ist, kann es den Füllstand berechnen zu:

$$L = E - D$$

Ein integrierter Temperaturfühler sorgt dafür, dass temperaturbedingte Änderungen der Schallgeschwindigkeit kompensiert werden.

Signalauswertung

- Automatische Ausblendung von bis zu 3 Störechos
- Erstechoerkennung

Abgleich

Zum Abgleich des Gerätes müssen die Leerdistanz E und die Messspanne (Voll дистанz) F angegeben werden.

Die Punkte „E“ bzw. „F“ entsprechen

- 4 mA bzw. 20 mA für den Analogausgang
- 0% bzw. 100% für das Vorort-Display

Die Voll дистанz F darf nicht in die Blockdistanz BD hineinreichen. Füllstandechos aus der Blockdistanz können wegen des Ausschwingverhaltens des Sensors nicht ausgewertet werden. Eine falsche Messwertanzeige kann die Folge sein.

Bei der Ausführung mit Display können E und F direkt numerisch eingegeben werden. Bei der Ausführung ohne Display erfolgt die Eingabe durch einfache Tastenbedienung, indem z.B. der jeweilige Füllstand im Tank angefahren wird.

Linearisierung

Die Linearisierungsfunktion des Prosonic T erlaubt die Umrechnung des Messwertes in beliebige Einheiten. Eine Linearisierungstabelle aus bis zu 11 Wertepaaren kann manuell oder halbautomatisch (durch Auslitern) eingegeben werden.

Eingangskenngrößen

Messgröße

Gemessen wird der Abstand D zwischen Sensormembran und Füllgutoberfläche.

Daraus kann das Gerät mithilfe der Linearisierungsfunktion berechnen:

- Füllstand L in beliebigen Einheiten
- Volumen V in beliebigen Einheiten

Messbereich

Obere Grenze: Blockdistanz

Sensor	Blockdistanz
FMU 230	0,25 m
FMU 231	0,4 m

Nach oben ist der Messbereich durch die Blockdistanz begrenzt. Innerhalb der Blockdistanz können wegen des Ausschwingverhaltens des Sensors keine Füllstandechos ausgewertet werden.

Untere Grenze: Reichweite des Sensors

Nach unten ist der Messbereich durch die Reichweite des jeweiligen Sensors begrenzt. Die Reichweite hängt jeweils von den Einsatzbedingungen ab. Um die effektive Reichweite abzuschätzen, gehen Sie folgendermaßen vor (siehe auch das Rechenbeispiel):

1. Ermitteln Sie, welche in der nachfolgenden Tabelle genannten Einflüsse für Ihren Prozess zutreffen.
2. Addieren Sie die entsprechenden Dämpfungswerte.
3. Ermitteln Sie aus dieser Gesamtdämpfung anhand des Diagramms die Reichweite.

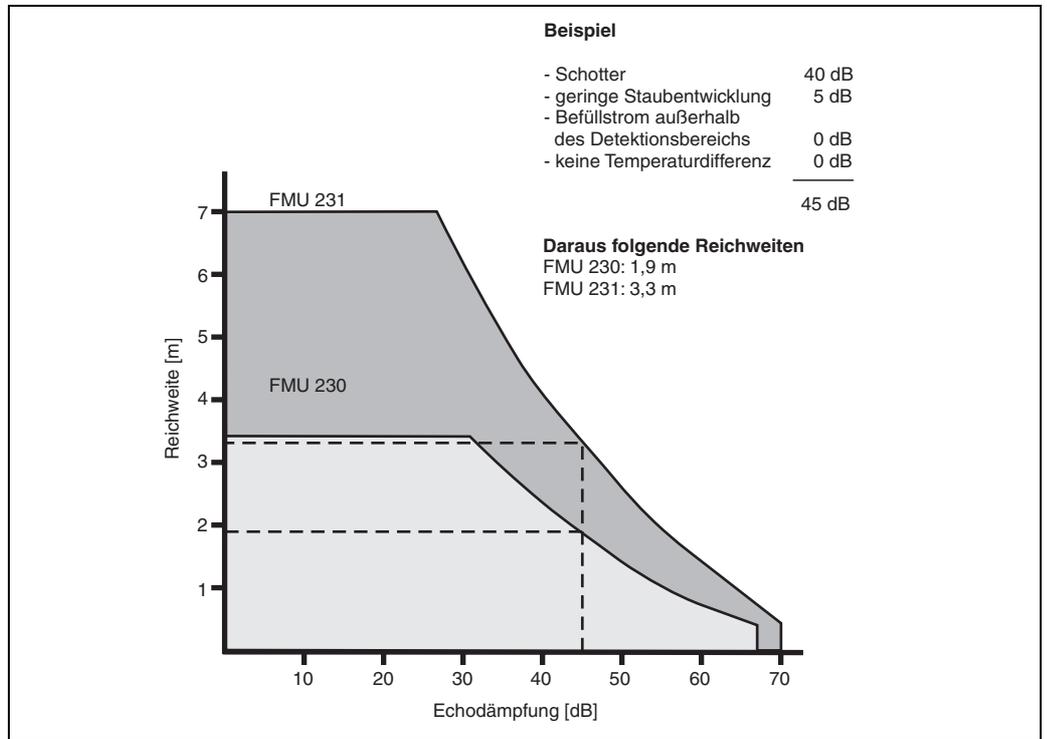
Flüssigkeitsoberfläche	Dämpfung
ruhig	0 dB
wellig	5 ... 10 dB
stark turbulent	10 ... 20 dB
schaumig	E+H fragen

Schüttgutoberfläche	Dämpfung
hart, rau (z.B. Schotter)	40 dB
weich (z.B. Torf, staubbedeckter Klinker)	40 ... 60 dB

Staub	Dämpfung
keine Staubentwicklung	0 dB
geringe Staubentwicklung	5 dB
starke Staubentwicklung	5 ... 20 dB

Befüllstrom im Detektionsber.	Dämpfung
kein	0 dB
geringe Mengen	5 ... 10 dB
große Mengen	10 ... 40 dB

Temperaturdifferenz zwischen Sensor und Füllgutoberfläche	Dämpfung
bis 20 °C	0 dB
bis 40 °C	5 ... 10 dB
bis 80 °C	10 ... 20 dB



Arbeitsfrequenz

Sensor	Arbeitsfrequenz
FMU 230	ca. 70 kHz
FMU 231	ca. 50 kHz

Ausgangskenngrößen

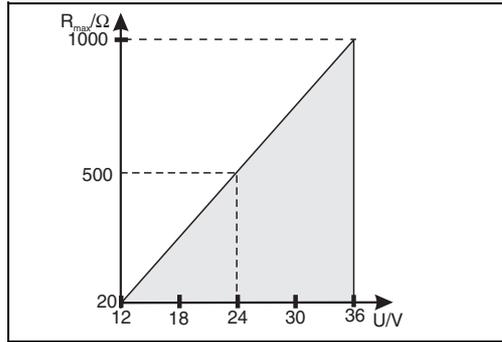
Ausgangssignal 4...20 mA Analogsignal

Ausfallsignal Konfigurierbar

- 3,8 mA
- 22 mA
- letzten Wert halten

Integrationszeit frei wählbar, 0 ... 255 s

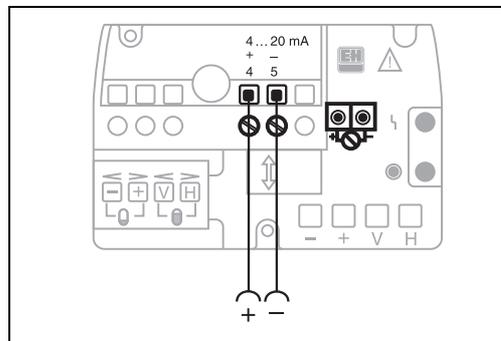
Bürde



Die maximale Bürde (R_{\max}) hängt von der Versorgungsspannung (U) ab.

Hilfsenergie

Elektrischer Anschluss



Verwenden Sie für den elektrischen Anschluss ein abgeschirmtes handelsübliches Zweiaaderkabel. Für optimale elektromagnetische Verträglichkeit sollte die Abschirmung des Kabels an der Warte bzw. am nächstliegenden Erdpotential erfolgen. Eine gute Erdverbindung ist entscheidend für die Wirksamkeit der Abschirmung.

Versorgungsspannung 12 ... 36 V_{DC}

Leistungsaufnahme < 0,8 W

Kabeleinführung

- Kabelverschraubung M20x1,5 bzw.
- Kabeleinführung G $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{2}$ NPT

empf. Kabeldurchmesser 5 ... 9mm

Messgenauigkeit

Referenzbedingungen Die Angaben zur Messgenauigkeit gelten unter folgenden Referenzbedingungen:

- Temperatur = +20 °C
- Druck = 1013 mbar abs.
- Luftfeuchte = 60 %
- Ideal reflektierende Oberfläche (z.B. ruhige, ebene Flüssigkeitsoberfläche)
- Keine Störreflexionen innerhalb des Strahlkegels

Messwertauflösung 3 mm

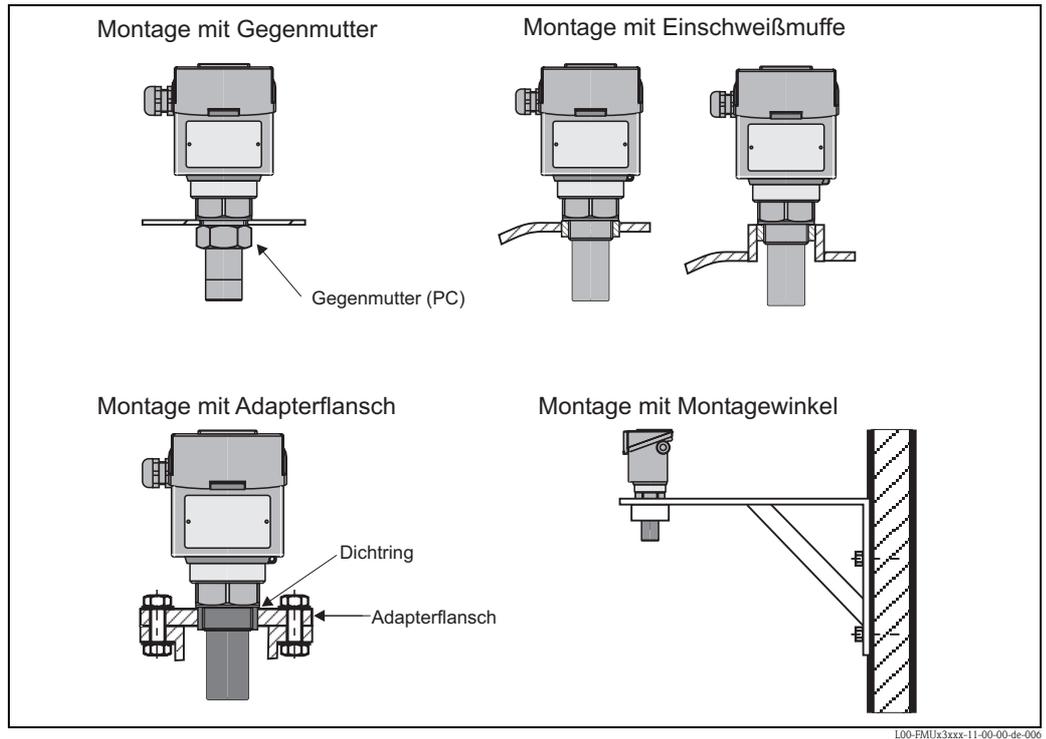
Messabweichung 0,25% der maximalen Messspanne (beinhaltet Linearität, Reproduzierbarkeit und Hysterese)

Pulsfrequenz 0,5 ... 1 Hz

Antwortzeit ca. 5 s

Einbaubedingungen

Einbauvarianten



L00-FMUhc3xxx-11-00-00-de-006

Blockdistanz, Stutzenmontage

Wegen des Ausschlagverhaltens des Sensors können in der Blockdistanz (BD) keine Messsignale empfangen werden. Montieren Sie den Sensor so hoch, dass selbst bei maximalem Füllstand kein Füllgut in die Blockdistanz gelangt. Verwenden Sie einen Rohrstützen, falls die Blockdistanz auf andere Weise nicht einzuhalten ist. Die Stutzeninnenseite muss glatt sein und darf keine Kanten oder Schweißnähte enthalten. Beachten Sie die angegebenen Grenzen für Durchmesser und Länge des Stutzens.

FMU 230 mit Display	
D [mm]	max.L [mm]
50	80
80	240
100	300

FMU 231 mit Display	
D [mm]	max.L [mm]
80	240
100	300

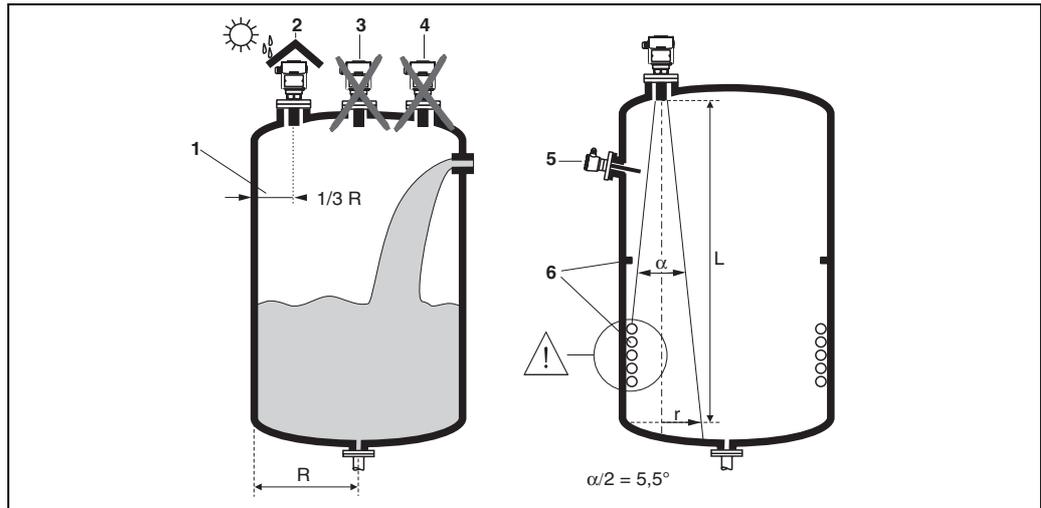
FMU 230/231 ohne Display:
 Dmin = 100 mm
 Lmax = 150 mm

L00-FMUhc3xxx-11-00-00-de-007



Achtung!
 Unterschreiten der Blockdistanz kann zu einer Fehlfunktion des Gerätes führen.

Einbaulage



L00-FMU123xxx-17-00-00-de-001

- Montieren Sie den Sensor nicht in der Mitte des Behälters (3). Der empfohlene Abstand zur Behälterwand liegt bei $1/3$ des Behälterradius (1).
- Verwenden Sie eine Wetterschutzhaube, um das Gerät gegen Sonneneinstrahlung und Regen zu schützen (2).
- Vermeiden Sie Messungen durch den Befüllstrom hindurch (4).
- Vermeiden Sie, dass sich Einbauten (5) wie Grenzschalter, Temperatursensoren usw. innerhalb des Abstrahlwinkels α befinden. Insbesondere symmetrische Einbauten (6) wie z.B. Heizschlangen können die Messung beeinträchtigen.
- Richten Sie den Sensor senkrecht zur Füllgutoberfläche aus.
- Montieren Sie niemals zwei baugleiche Ultraschallmessgeräte in einem Behälter.
- Zur Abschätzung des ausgesendeten Schallstrahls und dessen Detektionsbereichs kann der 3-dB-Abstrahlwinkel α verwendet werden:

Sensor	α	L	r
FMU 230	11°	4 m	0,38 m
FMU 231	11°	7 m	0,67 m

Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur -20 °C ... +60 °C

Lagerungstemperatur -40 °C ... +80 °C

Klimaklasse DIN/IEC 68 T2-30Db

Schutzart

- bei geschlossenem Gehäuse: IP 67, NEMA 6
- bei geöffnetem Gehäuse: IP 20, NEMA 1
- prozesseitig (Sensor) IP 68

Schwingungsfestigkeit DIN IEC 68 T2-6 Tab. 2C (10 ... 55 Hz)

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

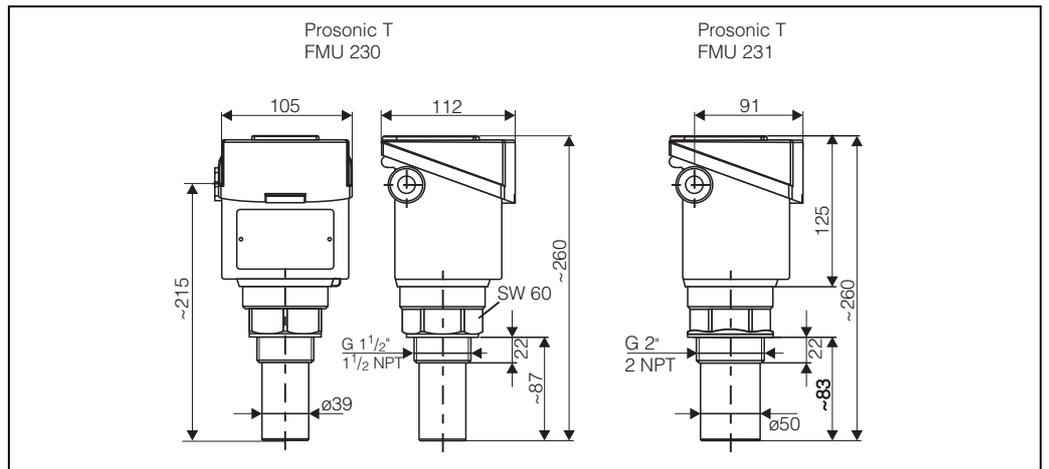
- Störaussendung nach EN 61326, Betriebsmittel der Klasse B.
- Störfestigkeit nach EN 61326, Anhang A (Industriebereich) und NAMUR-Empfehlung NE 21 (EMV)

Prozessbedingungen

Prozesstemperatur	-40°C ... +80°C Zur Korrektur der temperaturabhängigen Schalllaufzeit ist ein Temperaturfühler im Sensor integriert.
Prozessdruck	0,7 ... 3 bar abs.

Konstruktiver Aufbau

Bauform, Maße



Gewicht

Sensor	Gewicht
FMU 230	ca. 1,5 kg
FMU 231	ca. 1,6 kg

Gehäusewerkstoff

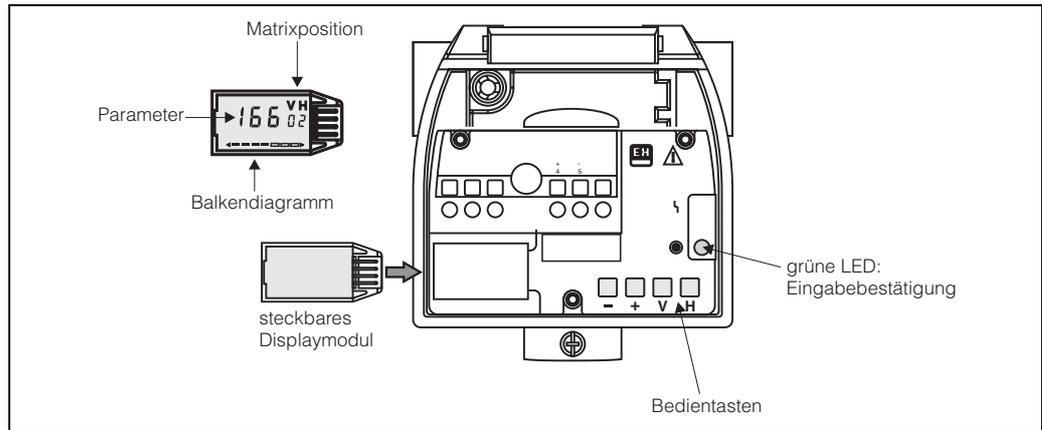
PBT glasfaserverstärkt / flammenbeständig

Prozessanschluss

Sensor	Prozessanschluss	Prozessberührendes Material
FMU 230	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewinde G 1 1/2" ■ Gewinde NPT 1 1/2" - 11,5 	PVDF / EPDM
FMU 231	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gewinde 2" ■ Gewinde NPT 2" - 11,5 	PVDF / EPDM

Anzeige- und Bedienoberfläche

Bedienelemente



LED

Die grüne LED leuchtet bei Betätigung einer Taste kurz auf, um die Eingabe zu bestätigen.

Displaymodul (optional)

Bei Verwendung des Displaymoduls werden die Funktionen des Prosonic T über eine Bedienmatrix gesteuert. Auf dem Modul wird die aktuelle Matrixposition und der zugehörige Parameter (z.B. der Hauptmesswert) angezeigt. Das Balkendiagramm stellt je nach Matrixposition den aktuellen Messwert oder die Echoqualität dar.

Die grundlegenden Funktionen für einfache Anwendungen (Leer- und Vollabgleich, Ver- und Entriegelung) sind auch ohne das Displaymodul allein über die Tasten bedienbar.

Zertifikate und Zulassungen

CE-Zeichen

Das Messsystem erfüllt die gesetzlichen Anforderungen der EG-Richtlinien. Endress+Hauser bestätigt die erfolgreiche Prüfung des Gerätes mit der Anbringung des CE-Zeichens.

Externe Normen und Richtlinien

EN 60529

Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)

EN 61326

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV-Anforderungen)

NAMUR

Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der Chemischen Industrie

Bestellinformationen

Produktstruktur

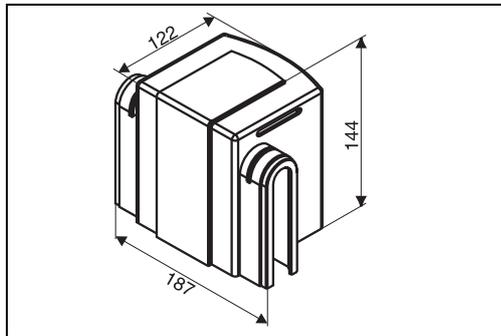
		Version	
	E	Europa /Asien (zylindrisches Gewinde "G")	
	A	Amerika (konisches Gewinde "NPT")	
		Zertifikat	
	A	Standard	
	N	CSA General Purpose (nur für Version A)	
		Kommunikation	
	A	4...20mA, 2-Draht	
		Gehäuse / Kabeleinführung	
	2	Kunststoffgehäuse NEMA 6, NPT ½	
	3	Kunststoffgehäuse IP 67, M 20x1,5 (nur für Version E)	
	4	Kunststoffgehäuse IP 67, G ½ (nur für Version E)	
		Display	
	1	ohne Displaymodul	
	2	mit gestecktem Displaymodul	
FMU 230	-		Produktbezeichnung
FMU 231	-		Produktbezeichnung

Lieferumfang

- Gerät in der bestellten Ausführung
- Betriebsanleitung
- bei Geräteausprägung FMU 230E und FMU 231E: Gegenmutter aus PC
- EPDM Prozessdichtung
- Kabelverschraubung bei Geräteausprägung M20x1,5

Zubehör

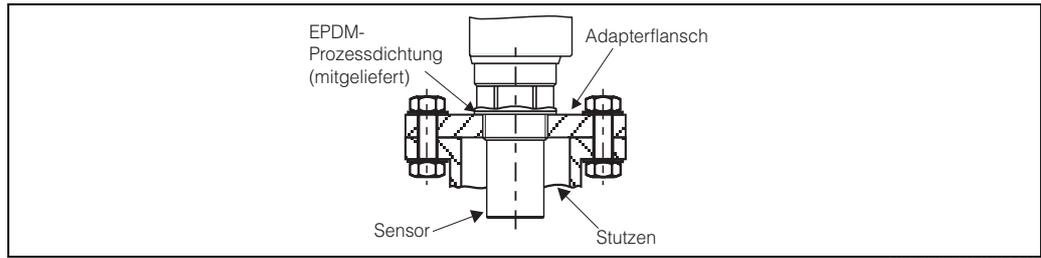
Wetterschutzhaube



L00-FMUX3XXX-06-00-06-XX-001

Bestell-Nr.:
942665-0000

Adapterflansch



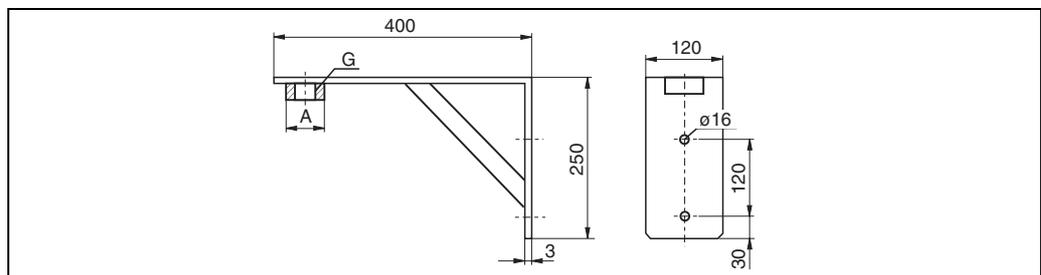
Variante mit metrischem Gewinde (FAU 70 E)

Prozessanschluss	
12	DN 50 PN 16 A, Flansch EN1092-1 (DIN2527 B)
14	DN 80 PN 16 A, Flansch EN1092-1 (DIN2527 B)
15	DN 100 PN 16 A, Flansch EN1092-1 (DIN2527 B)
Sensoranschluss	
3	Gewinde ISO228 G1-1/2
4	Gewinde ISO228 G2
Flansch Werkstoff	
2	316L
7	Polypropylen
FAU 70 E	Produktbezeichnung

Variante mit konischem Gewinde (FAU 70 A)

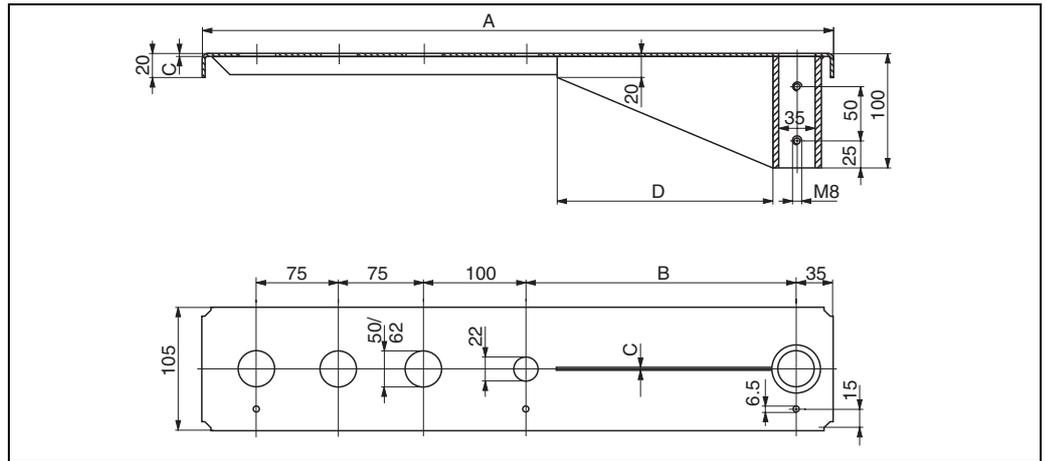
Prozessanschluss	
22	2" 150lbs FF, Flansch ANSI B16.5
24	3" 150lbs FF, Flansch ANSI B16.5
25	4" 150lbs FF, Flansch ANSI B16.5
Sensoranschluss	
5	Gewinde NPT1-1/2
6	Gewinde NPT2
Flansch Werkstoff	
2	316L
7	Polypropylen
FAU 70 A	Produktbezeichnung

Montagewinkel



- für FMU 230, G1½: Best.-Nr. 942669-0000
- für FMU 231, G2: Best.-Nr. 942669-0001
- Werkstoff: 316 Ti
- auch für NPT 1½" und 2" geeignet

Ausleger

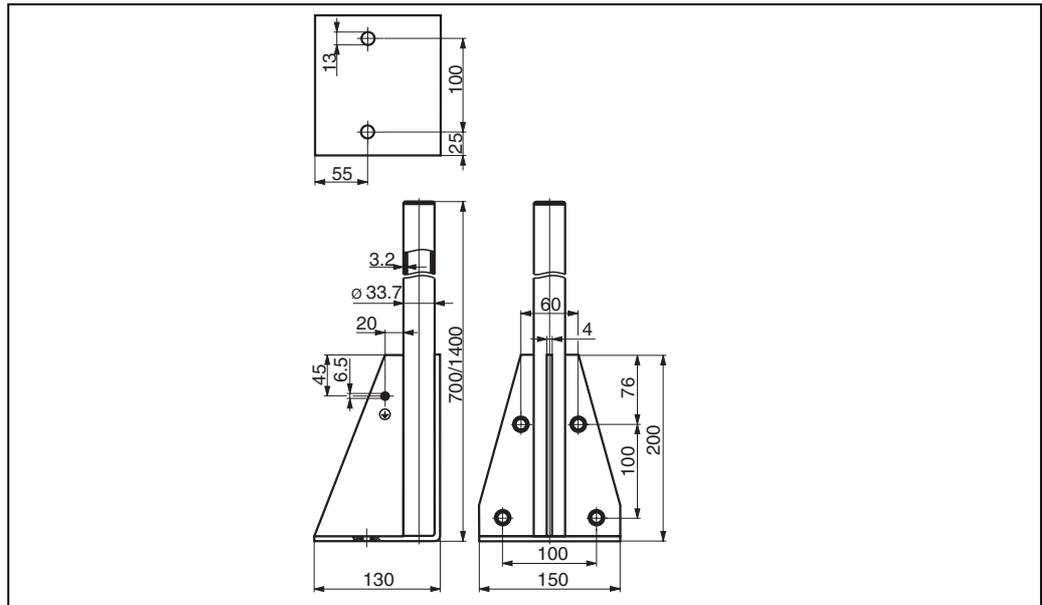


L00-FMU14xxxx-06-00-00-yy-005

A	B	C	D	für Sensor	Werkstoff	Bestell-Nr.
585 mm	250 mm	2 mm	200 mm	FMU 230	1.4301	52014132
					Stahl, feuerverzinkt	52014131
				FMU 231	1.4301	52014136
					Stahl, feuerverzinkt	52014135
1085 mm	750 mm	3 mm	300 mm	FMU 230	1.4301	52014134
					Stahl, feuerverzinkt	52014133
				FMU 231	1.4301	52014138
					Stahl, feuerverzinkt	52014137

Die 50 mm bzw. 62 mm-Öffnungen dienen für den Sensor FMU 230 bzw. FMU 231.

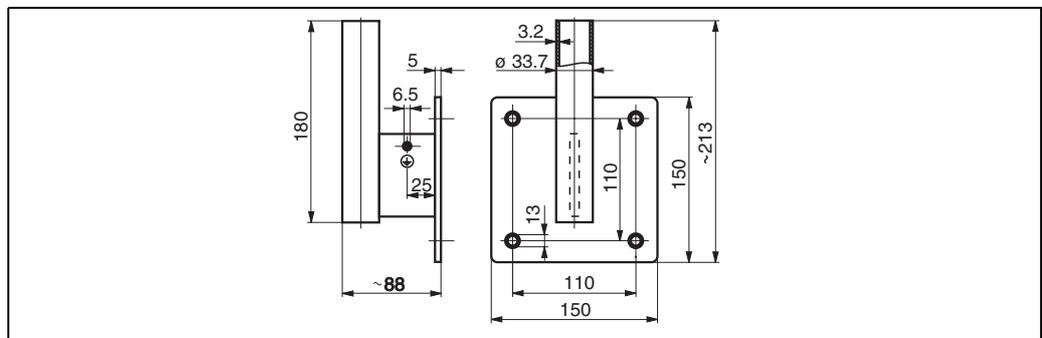
Montageständer



L00-FM14x-00-00-00-yy-005

Höhe	Werkstoff	Bestell-Nr.
700 mm	Stahl, verzinkt	919791-0000
700 mm	316Ti/1.4571	919791-0001
1400 mm	Stahl, verzinkt	919791-0002
1400 mm	316Ti/1.4571	919791-0003

Wandhalter



L00-FM14x-00-00-00-yy-006

Werkstoff	Bestell-Nr.
Stahl, verzinkt	919792-0000
316Ti/1.4571	919792-0001

Ergänzende Dokumentation

System Information	SI 005F Füllstandmessung mit Ultraschall
---------------------------	--

Betriebsanleitung	KA 042F
--------------------------	----------------

Deutschland

Endress+Hauser
Messtechnik
GmbH+Co. KG
Colmarer Straße 6
79576 Weil am Rhein
Fax 0800 EHFAXEN
Fax 0800 343 29 36
www.de.endress.com

Vertrieb
■ Beratung
■ Information
■ Auftrag
■ Bestellung
Tel. 0800 EHVETRIEB
Tel. 0800 348 37 87
info@de.endress.com

Service
■ Help-Desk
■ Feldservice
■ Ersatzteile/Reparatur
■ Kalibrierung
Tel. 0800 EHSERVICE
Tel. 0800 347 37 84
service@de.endress.com

Technische Büros
■ Hamburg
■ Berlin
■ Hannover
■ Ratingen
■ Frankfurt
■ Stuttgart
■ München

Österreich

Endress+Hauser
Ges.m.b.H.
Lehnergasse 4
1230 Wien
Tel. +43 1 880 56 0
Fax +43 1 880 56 335
info@at.endress.com
www.at.endress.com

Schweiz

Endress+Hauser
Metso AG
Kägenstrasse 2
4153 Reinach
Tel. +41 61 715 75 75
Fax +41 61 715 27 75
info@ch.endress.com
www.ch.endress.com

Endress+Hauser 
People for Process Automation