

FLUXUS ist ein eingetragenes Warenzeichen der FLEXIM GmbH.

H. Hermann Ehlers GmbH
An der Autobahn 45
28876 Oyten
www.Ehlers-GmbH.de
Verkauf@Ehlers-GmbH.de

Bedienungsanleitung für

FLUXUS F60x

UMFLUXUS_F6V4-5DE, 2015-12-15

Copyright (©) FLEXIM GmbH 2015

Änderungen ohne vorherige Mitteilung vorbehalten.

Die Sprache, in der die Anzeigen auf dem Messumformer erscheinen, kann eingestellt werden (siehe Abschnitt 10.5).

The transmitter can be operated in the language of your choice (see section 10.5).

Il est possible de sélectionner la langue utilisée par le transmetteur à l'écran (voir section 10.5).

El caudalímetro puede ser manejado en el idioma de su elección (ver sección 10.5).

De transmitter kan worden gebruikt in de taal van uw keuze (zie gedeelte 10.5).

Имеется возможность выбора языка информации, отображаемой на экране преобразователя (смотри подраздел 10.5).

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	9
1.1	Zu dieser Bedienungsanleitung	9
1.2	Sicherheitshinweise	9
1.3	Garantie	10
2	Handhabung	11
2.1	Eingangskontrolle	11
2.2	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen	11
2.3	Reinigung	11
2.4	Lagerung	12
3	Grundlagen	13
3.1	Messsystem	13
3.2	Messprinzip	13
3.3	Messanordnungen	18
4	Beschreibung des Messumformers	21
4.1	Aufbau	21
4.2	Statusanzeigen	22
4.3	Tastatur	22
5	Auswahl der Messstelle	24
5.1	Akustische Durchstrahlbarkeit	24
5.2	Ungestörtes Strömungsprofil	26
5.3	Auswahl der Messanordnung unter Berücksichtigung des Messbereichs und der Messbedingungen	29
5.4	Auswahl der Schallstrahlebene in der Nähe eines Krümmers	30
6	Installation des FLUXUS F601	31
6.1	Standort	31
6.2	Montage des Messumformers	31
6.3	Anschluss der Sensoren	33
6.4	Spannungsversorgung	34
6.5	Anschluss der Ausgänge	36
6.6	Anschluss der Eingänge	38
6.7	Anschluss der seriellen Schnittstelle	44
7	Installation des FLUXUS F608	45
7.1	Standort	45
7.2	Montage des Messumformers	45
7.3	Anschluss der Sensoren	47
7.4	Spannungsversorgung	49
7.5	Anschluss der Ausgänge (FLUXUS F608**-A2, Option)	55
7.6	Anschluss der Eingänge (Option)	57
7.7	Anschluss der seriellen Schnittstelle	60

8	Befestigung der Sensoren	62
8.1	Rohrvorbereitung	62
8.2	Ausrichtung	62
8.3	Fixieren der Sensorkabel	63
8.4	Befestigung der Sensoren mit Anklemschuhen und Ketten	63
8.5	Befestigung der Sensoren mit magnetischen Anklemschuhen	64
8.6	Befestigung der Sensoren mit portabler Variofix-Schiene mit Ketten	65
9	Installation des Temperaturfühlers (Option)	67
9.1	Rohrvorbereitung	67
9.2	Montage des Temperaturfühlers (Ansprechzeit 50 s)	67
9.3	Montage des Temperaturfühlers (Ansprechzeit 8 s)	69
9.4	Anschluss des Temperaturfühlers	70
10	Inbetriebnahme des Messumformers	73
10.1	Ein-/Ausschalten	73
10.2	Initialisierung	73
10.3	Anzeige	74
10.4	HotCodes	76
10.5	Sprachauswahl	77
11	Grundlegender Messprozess	78
11.1	Eingabe der Rohrparameter	78
11.2	Eingabe der Fluidparameter	81
11.3	Andere Parameter	83
11.4	Auswahl der Kanäle	83
11.5	Anzahl der Schallwege festlegen	84
11.6	Sensorabstand	84
11.7	Beginn der Messung	87
11.8	Bestimmung der Flussrichtung	88
11.9	Beenden der Messung	88
12	Anzeigen der Messwerte	89
12.1	Auswahl der Messgröße und der Maßeinheit	89
12.2	Umschalten zwischen den Kanälen	90
12.3	Anpassen der Anzeige	91
12.4	Statuszeile	92
12.5	Sensorabstand	93
13	Weitere Messfunktionen	94
13.1	Dämpfungszahl	94
13.2	Mengenzähler	94
13.3	Einstellungen des HybridTrek-Modus	96
13.4	Oberer Grenzwert der Strömungsgeschwindigkeit	98
13.5	Schleimmenge	99

13.6	Unkorrigierte Strömungsgeschwindigkeit	99
13.7	Messen hochdynamischer Durchflüsse (FastFood-Modus)	100
13.8	Verrechnungskanäle	102
13.9	Änderung des Grenzwerts für den Rohrinnendurchmesser	106
13.10	Diagnose mit Hilfe der Snap-Funktion	106
14	Messwertspeicher und Datenübertragung	108
14.1	Messwertspeicher	108
14.2	Datenübertragung	113
15	Verwenden von Parametersätzen	121
15.1	Einführung	121
15.2	Speichern eines Parametersatzes	121
15.3	Laden eines Parametersatzes	121
15.4	Löschen von Parametersätzen	122
16	Bibliotheken	123
16.1	Partitionieren des Koeffizientenspeichers	123
16.2	Eingabe der Material-/Fluidparameter ohne erweiterte Bibliothek	125
16.3	Erweiterte Bibliothek	127
16.4	Löschen eines benutzerdefinierten Materials/Fluids	131
16.5	Zusammenstellen der Material-/Fluidauswahlliste	132
17	Einstellungen	134
17.1	Uhrzeit und Datum	134
17.2	Dialoge und Menüs	134
17.3	Messeinstellungen	138
17.4	Kontrast einstellen	140
17.5	Geräteinformationen	140
18	SuperUser-Modus	142
18.1	Aktivierung/Deaktivierung	142
18.2	Sensorparameter	142
18.3	Festlegen der Strömungsparameter	143
18.4	Begrenzung der Signalverstärkung	145
18.5	Oberer Grenzwert der Schallgeschwindigkeit	146
18.6	Erkennung langer Messausfälle	147
18.7	Anzahl der Dezimalstellen der Mengenzähler	147
18.8	Temperaturabhängige Schleichmenge des Wärmestroms	148
18.9	Manuelles Zurücksetzen der Mengenzähler	149
18.10	Anzeige der Summe der Mengenzähler	149
18.11	Anzeige des letzten gültigen Messwerts	149
18.12	Anzeige während der Messung	150
19	Wanddickenmessung (Option)	151
19.1	Ausrichtung des Wanddickensensors	151

19.2	Aktivierung der Wanddickenmessung	152
19.3	Parametereingabe	152
19.4	Messung	153
20	Wärmestrommessung	157
20.1	Berechnung des Wärmestroms	158
20.2	Normaler Messmodus	158
20.3	BTU-Modus	161
20.4	Messung	163
20.5	Zwei unabhängige Wärmestrommessungen	164
20.6	Dampf im Vorlauf	165
21	Eingänge	167
21.1	Zuordnung der Temperatureingänge zu den Messkanälen	167
21.2	Auswahl des Temperaturfühlers	168
21.3	Zuordnung anderer Eingänge zu den Messkanälen	168
21.4	Aktivierung der Eingänge	169
21.5	Temperaturkorrektur	170
22	Ausgänge	172
22.1	Installation eines Ausgangs	172
22.2	Fehlerverzögerung	178
22.3	Aktivierung eines Analogausgangs	179
22.4	Konfiguration eines Ausgangs bei Verwendung des Adapters für den aktiven Stromeingang	181
22.5	Konfiguration eines Frequenzausgangs als Impulsausgang	182
22.6	Aktivierung eines Binärausgangs als Impulsausgang	183
22.7	Aktivierung eines Binärausgangs als Alarmausgang	184
22.8	Verhalten der Alarmausgänge	188
22.9	Deaktivierung der Ausgänge	191
23	Fehlersuche	192
23.1	Probleme mit der Messung	193
23.2	Auswahl der Messstelle	194
23.3	Maximaler akustischer Kontakt	194
23.4	Anwendungsspezifische Probleme	194
23.5	Große Abweichungen der Messwerte	195
23.6	Probleme mit den Mengenzählern	196
23.7	Probleme bei der Wärmestrommessung	196
23.8	Datenübertragung	196
A	Menüstruktur	197
B	Maßeinheiten	223
C	Referenz	229
D	Konformitätserklärungen	234

1 Einführung

1.1 Zu dieser Bedienungsanleitung

Diese Bedienungsanleitung wurde für die Anwender des Ultraschall-Durchflussmessgeräts FLUXUS geschrieben. Sie enthält wichtige Informationen über das Messgerät, wie es korrekt zu handhaben ist und wie Beschädigungen vermieden werden können.

Achtung!	Beachten Sie die "Sicherheitshinweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen" (siehe Dokument SIFLUXUS_608).
-----------------	--

Machen Sie sich mit den Sicherheitshinweisen vertraut. Sie sollten die Bedienungsanleitung vollständig gelesen und verstanden haben, bevor Sie das Messgerät einsetzen.

Hinweis!	Für die technischen Daten siehe Technische Spezifikationen.
-----------------	---

Es wurden alle Anstrengungen unternommen, um die Korrektheit des Inhalts dieser Bedienungsanleitung zu gewährleisten. Wenn Sie dennoch fehlerhafte Informationen finden, teilen Sie uns dies bitte umgehend mit. Für Vorschläge und Bemerkungen zum Konzept sowie über Ihre Erfahrungen beim Einsatz des Messgeräts sind wir dankbar.

Ihre Anregungen tragen dazu bei, dass wir unsere Produkte zum Nutzen unserer Kunden und im Interesse des technischen Fortschritts stets weiterentwickeln können. Wenn Sie Vorschläge zur Verbesserung der Dokumentation und insbesondere dieser Bedienungsanleitung haben, dann teilen Sie uns diese bitte mit, damit wir sie bei Neuauflagen berücksichtigen können.

Der Inhalt der Bedienungsanleitung kann jederzeit verändert werden. Alle Urheberrechte liegen bei der FLEXIM GmbH. Ohne schriftliche Erlaubnis von FLEXIM dürfen von dieser Bedienungsanleitung keine Vervielfältigungen jeglicher Art vorgenommen werden.

1.2 Sicherheitshinweise

Die Bedienungsanleitung enthält Hinweise, die wie folgt gekennzeichnet sind:

Hinweis!	Die Hinweise enthalten wichtige Informationen für die Benutzung des Durchflussmessgeräts.
-----------------	---

Achtung!	Dieser Text enthält wichtige Anweisungen, die beachtet werden sollten, um eine Beschädigung oder Zerstörung des Messgeräts zu vermeiden. Gehen Sie hier mit besonderer Sorgfalt vor!
-----------------	--



Dieser Text enthält Sicherheitshinweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen.

Beachten Sie diese Sicherheitshinweise!

1.3 Garantie

Für Material und Verarbeitung des FLUXUS garantieren wir innerhalb der im Kaufvertrag angegebenen Zeitspanne, vorausgesetzt, das Messgerät wurde zu dem Zweck verwendet, für den es entworfen wurde, und entsprechend den Anweisungen dieser Bedienungsanleitung betrieben. Jeder nicht bestimmungsgemäße Gebrauch des FLUXUS hebt sofort jegliche explizite oder implizite Garantie auf.

Unter nicht bestimmungsgemäßigem Gebrauch sind insbesondere zu verstehen:

- Ersatz eines Teils des FLUXUS durch ein Teil, das nicht von FLEXIM zugelassen ist
- ungeeignete oder ungenügende Wartung
- Reparatur des FLUXUS durch Unbefugte

FLEXIM übernimmt keine Haftung für Schädigungen des Kunden oder Dritter, die unmittelbar durch Materialbruch infolge unvorhersehbarer Defekte im Produkt verursacht wurden, noch für indirekte Schäden jeglicher Art.

FLUXUS ist ein sehr zuverlässiges Messgerät. Es wird unter strenger Qualitätskontrolle in modernsten Produktionsverfahren hergestellt. Wenn das Messgerät entsprechend dieser Bedienungsanleitung an einem geeigneten Ort korrekt installiert, gewissenhaft genutzt und sorgfältig gewartet wird, sind keine Störungen zu erwarten.

Wenn sich ein Problem ergeben sollte, das mit Hilfe dieser Bedienungsanleitung nicht gelöst werden kann (siehe Kapitel 23), nehmen Sie bitte Kontakt mit unserem Vertrieb auf und geben Sie eine genaue Beschreibung des Problems. Dabei sollten Sie den Typ, die Seriennummer sowie die Firmwareversion des Messgeräts genau angeben können.

2 Handhabung

2.1 Eingangskontrolle

Das Messgerät hat im Werk eine Funktionsprüfung durchlaufen. Überprüfen Sie es bei Lieferung auf eventuelle Transportschäden.

Prüfen Sie, dass die Spezifikationen des gelieferten Messgeräts den auf der Bestellung angegebenen Spezifikationen entsprechen.

Typ und Seriennummer des Messumformers sind auf dem Typenschild angegeben. Der Sensortyp ist auf die Sensoren aufgedruckt.

2.2 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen

Achtung! Beachten Sie die "Sicherheitshinweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen" (siehe Dokument SIFLUXUS_608).

FLUXUS ist ein Präzisionsmessgerät und muss mit Sorgfalt behandelt werden. Um zuverlässige Messergebnisse zu gewährleisten und um das Messgerät nicht zu beschädigen ist es wichtig, den Hinweisen in dieser Bedienungsanleitung große Aufmerksamkeit zu schenken, insbesondere den folgenden:

- Schützen Sie den Messumformer vor Stößen.
- Halten Sie die Sensoren sauber. Gehen Sie mit den Sensorkabeln vorsichtig um. Vermeiden Sie Kabelknicke.
- Gewährleisten Sie korrekte Umgebungs- und Arbeitstemperaturen. Die Umgebungstemperatur muss innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des Durchflussmessumformers und der Sensoren liegen (siehe Technische Spezifikationen (FLUXUS F601) oder (FLUXUS F608)).
- Benutzen Sie einen geeigneten externen Stromanschluss, wenn Sie den Messumformer nicht mit Akku betreiben.
- Handhaben Sie das Akku-Ladegerät und den Akku korrekt (siehe Abschnitt 6.4.1 oder Abschnitt 7.4.1).
- Das Netzteil und das Akku-Ladegerät sind nicht gegen Feuchtigkeit geschützt. Benutzen Sie sie nur in trockenen Räumen.
- Beachten Sie die Schutzart (siehe Technische Spezifikationen (FLUXUS F601) oder (FLUXUS F608)).

2.3 Reinigung

- Reinigen Sie den Messumformer mit einem weichen Tuch. Verwenden Sie keine Reinigungsmittel.
- Entfernen Sie Reste der Koppelpaste von den Sensoren mit einem weichen Papiertuch.

2.4 Lagerung

- Säubern Sie die Sensoren von Resten der Koppelpaste.
- Verpacken Sie Messumformer und Zubehör nach dem Messen stets in den entsprechenden Fächern des Transportkoffers.
- Vermeiden Sie Kabelknicke, insbesondere beim Schließen des Deckels des Transportkoffers.
- Beachten Sie die Hinweise zur Lagerung des Akkus (siehe Akku lagern in Abschnitt 6.4.1 oder Abschnitt 7.4.1).

3 Grundlagen

Bei der Ultraschall-Durchflussmessung wird die Strömungsgeschwindigkeit des in einem Rohr fließenden Fluids bestimmt. Weitere Messgrößen (z.B. Volumenstrom, Massenstrom, Wärmestrom) werden von der Strömungsgeschwindigkeit und, falls erforderlich, zusätzlichen Messgrößen abgeleitet.

3.1 Messsystem

Das Messsystem besteht aus dem Messumformer, den Ultraschallsensoren mit den Sensorkabeln und dem Rohr, an dem gemessen wird.

Die Ultraschallsensoren werden außen am Rohr befestigt. Ultraschallsignale werden von den Sensoren durch das Fluid gesendet und wieder empfangen. Der Messumformer steuert den Messzyklus, eliminiert die Störsignale und wertet die Nutzsignale aus. Die Messwerte können vom Messumformer angezeigt, verrechnet und ausgegeben werden.

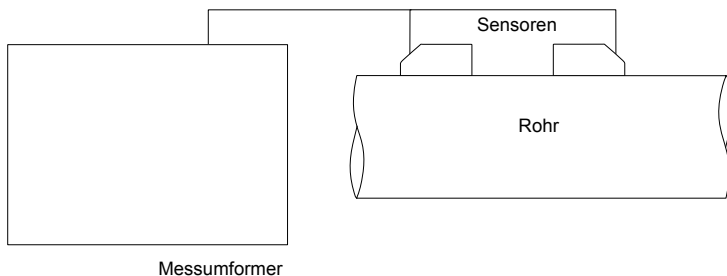


Abb. 3.1: Beispiel für einen Messaufbau

3.2 Messprinzip

Die Strömungsgeschwindigkeit des Fluids wird im TransitTime-Modus mit dem Ultraschall-Laufzeitdifferenz-Korrelationsverfahren bestimmt (siehe Abschnitt 3.2.2). Bei Messungen mit einem hohen Gas- oder Feststoffanteil kann der Messumformer in den NoiseTrek-Modus umschalten (siehe Abschnitt 3.2.3).

3.2.1 Begriffe

Strömungsprofil

Verteilung der Strömungsgeschwindigkeiten über der Rohrquerschnittsfläche. Für eine optimale Messung muss das Strömungsprofil voll ausgebildet und axialsymmetrisch sein. Die Form des Strömungsprofils hängt davon ab, ob eine Strömung laminar oder turbulent ist, und wird stark von den Bedingungen am Einlauf der Messstelle beeinflusst (siehe Kapitel 5).

Reynoldszahl Re

Kennzahl zur Beschreibung des Turbulenzverhaltens eines Fluids im Rohr. Die Reynoldszahl Re setzt sich zusammen aus der Strömungsgeschwindigkeit, der kinematischen Viskosität des Fluids und dem Rohrdurchmesser.

Wenn die Reynoldszahl einen kritischen Wert überschreitet (bei Strömungen im Rohr in der Regel ca. 2 300), findet ein Übergang von einer laminaren zu einer turbulenten Strömung statt.

Laminare Strömung

Eine Strömung, in der keine Turbulenzen auftreten. Es findet keine Vermischung der nebeneinander fließenden Schichten des Fluids statt.

Turbulente Strömung

Eine Strömung, in der Turbulenzen (Verwirbelungen des Fluids) auftreten. In technischen Anwendungen sind Strömungen innerhalb eines Rohrs fast immer turbulent.

Übergangsbereich

Eine Strömung, die teilweise laminar und teilweise turbulent ist.

Laufzeitdifferenz Δt

Differenz der Laufzeiten der Signale. Beim TransitTime-Verfahren wird die Laufzeitdifferenz der Signale in und entgegen der Flussrichtung gemessen, beim NoiseTrek-Verfahren die Laufzeitdifferenz des Signals vom Sensor zum Partikel und vom Partikel zum Sensor. Aus der Laufzeitdifferenz wird die Strömungsgeschwindigkeit des im Rohr fließenden Fluids ermittelt (siehe Abb. 3.2, Abb. 3.3, Abb. 3.4 und Abb. 3.5).

Schallgeschwindigkeit c

Die Geschwindigkeit, mit der sich der Schall ausbreitet. Die Schallgeschwindigkeit hängt von den mechanischen Eigenschaften des Fluids oder Rohrmaterials ab. Bei Rohrmaterialien und anderen Festkörpern wird zwischen der longitudinalen und der transversalen Schallgeschwindigkeit unterschieden. Für die Schallgeschwindigkeit einiger Fluide und Rohrmaterialien siehe Anhang C.

Strömungsgeschwindigkeit v

Mittelwert aller Strömungsgeschwindigkeiten des Fluids über der Rohrquerschnittsfläche.

Akustischer Kalibrierfaktor k_a

$$k_a = \frac{c_\alpha}{\sin \alpha}$$

Der akustische Kalibrierfaktor k_a ist ein Sensorparameter, der sich aus der Schallgeschwindigkeit c innerhalb des Sensors und dem Einstrahlwinkel ergibt (siehe Abb. 3.2). Der Ausbreitungswinkel im angrenzenden Fluid oder Rohrmaterial ergibt sich nach dem Brechungsgesetz:

$$k_a = \frac{c_\alpha}{\sin \alpha} = \frac{c_\beta}{\sin \beta} = \frac{c_\gamma}{\sin \gamma}$$

Strömungsmechanischer Kalibrierfaktor k_{Re}

Mit dem strömungsmechanischen Kalibrierfaktor k_{Re} wird der zunächst gemessene Wert der Strömungsgeschwindigkeit im Bereich des Schallstrahls auf den Wert der Strömungsgeschwindigkeit über der gesamten Rohrquerschnittsfläche umgerechnet. Bei einem voll ausgebildeten Strömungsprofil hängt der strömungsmechanische Kalibrierfaktor nur von der Reynoldszahl und der Rauigkeit der Rohrwand ab. Der strömungsmechanische Kalibrierfaktor wird vom Messumformer für jede Messung neu berechnet.

Volumenstrom \dot{V}

$$\dot{V} = v \cdot A$$

Das Volumen des Fluids, das in einer bestimmten Zeit durch das Rohr fließt. Der Volumenstrom ergibt sich aus dem Produkt der Strömungsgeschwindigkeit v und der Rohrquerschnittsfläche A .

Massenstrom \dot{m}

$$\dot{m} = \dot{V} \cdot \rho$$

Die Masse des Fluids, die in einer bestimmten Zeit durch das Rohr fließt. Der Massenstrom ergibt sich aus dem Produkt des Volumenstroms \dot{V} und der Dichte ρ .

Wärmestrom Φ

Die Wärmemenge, die in einer bestimmten Zeit übertragen wird. Für die Berechnung des Wärmestroms siehe Kapitel 20.

3.2.2 Messung der Strömungsgeschwindigkeit im TransitTime-Modus

Die Signale werden von einem Sensorpaar abwechselnd in und entgegen der Flussrichtung gesendet und empfangen. Wenn das Fluid, in dem sich die Signale ausbreiten, fließt, werden die Signale mit dem Fluid mitgeführt. Diese Verschiebung bewirkt beim Signal in Flussrichtung eine Verkürzung und beim Signal entgegen der Flussrichtung eine Verlängerung der Strecke im empfangenden Sensor (siehe Abb. 3.2 und Abb. 3.3). Dadurch ändern sich auch die Laufzeiten. Die Laufzeit des Signals in Flussrichtung ist kürzer als entgegen der Flussrichtung. Diese Laufzeitdifferenz ist proportional zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit.

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Fluids ergibt sich aus:

$$v = k_{Re} \cdot k_a \cdot \frac{\Delta t}{2 \cdot t_{fl}}$$

mit

v – mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Fluids

k_{Re} – strömungsmechanischer Kalibrierfaktor

k_a – akustischer Kalibrierfaktor

Δt – Laufzeitdifferenz

t_{fl} – Laufzeit im Fluid

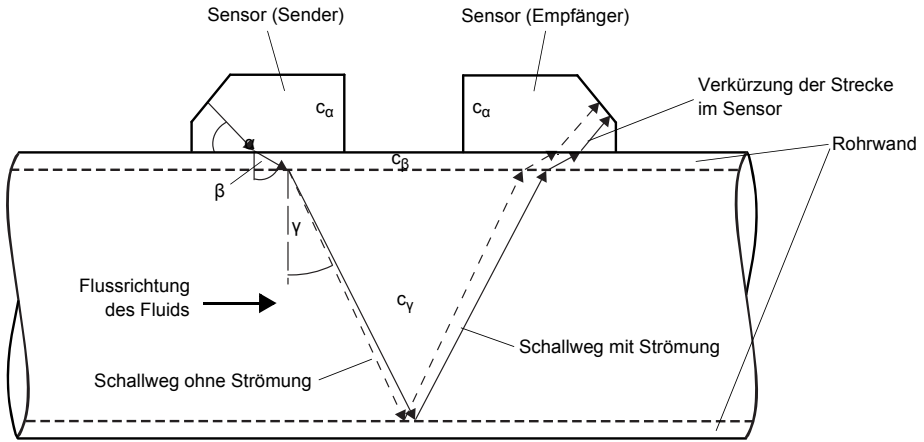


Abb. 3.2: Schallweg des Signals in Flussrichtung

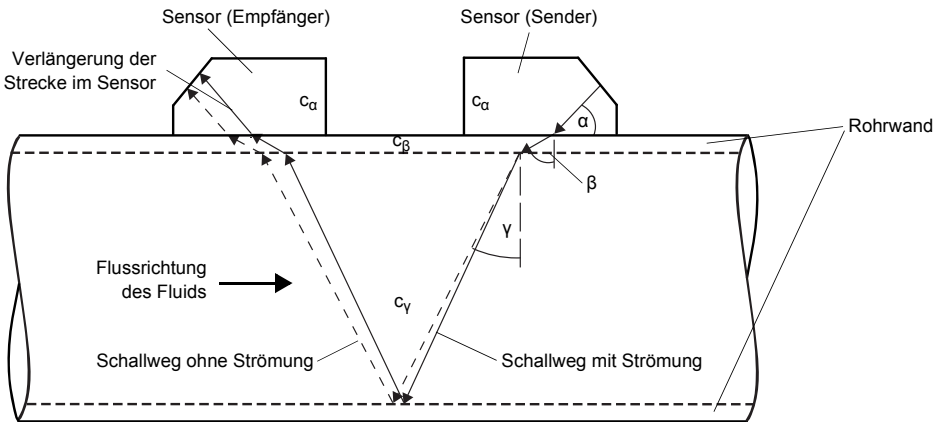


Abb. 3.3: Schallweg des Signals entgegen der Flussrichtung

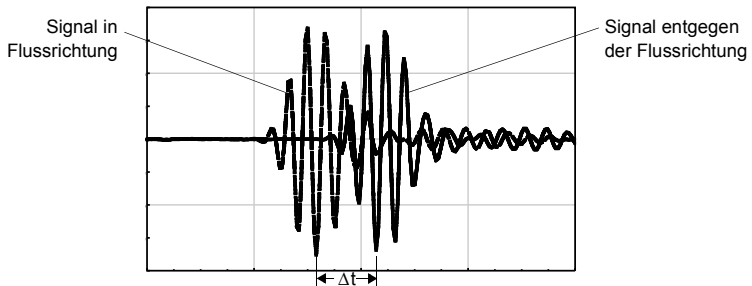


Abb. 3.4: Laufzeitdifferenz Δt

3.2.3 Messung der Strömungsgeschwindigkeit im NoiseTrek-Modus

Bei Messungen von Fluiden mit hohem Anteil von Gasblasen und Feststoffpartikeln nimmt die Dämpfung des Ultraschallsignals stark zu und kann eine vollständige Durchstrahlung des Fluids verhindern. Eine Messung im TransitTime-Modus ist nicht mehr möglich.

Der NoiseTrek-Modus nutzt das Vorhandensein von Gasblasen und Feststoffpartikeln im Fluid. Der Messaufbau, der im TransitTime-Modus benutzt wird, muss nicht geändert werden. Ultraschallsignale werden in kurzen Abständen durch das Fluid gesendet, von den Gasblasen und/oder den Feststoffpartikeln reflektiert und vom Sensor wieder empfangen. Die Laufzeitdifferenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Messsignalen, die von einem Partikel reflektiert werden, wird bestimmt. Die Laufzeitdifferenz ist proportional zu der Strecke, die dieses Partikel in der Zeit zwischen den zwei Messsignalen zurückgelegt hat, und damit auch zu der Geschwindigkeit, mit der sich das Partikel durch das Rohr bewegt (siehe Abb. 3.5).

Der Mittelwert der gemessenen Geschwindigkeiten aller Gasblasen und/oder Feststoffpartikel entspricht der Strömungsgeschwindigkeit des Fluids:

$$v = k_{Re} \cdot k_a \cdot \frac{\Delta t}{2 \cdot t_s}$$

mit

v – mittlere Strömungsgeschwindigkeit des Fluids

k_{Re} – strömungsmechanischer Kalibrierfaktor

k_a – akustischer Kalibrierfaktor

Δt – Laufzeitdifferenz der Messsignale

t_s – Zeitintervall zwischen den Messsignalen

Je nach Stärke der Signaldämpfung kann die Messwertabweichung im NoiseTrek-Modus höher sein als im TransitTime-Modus.

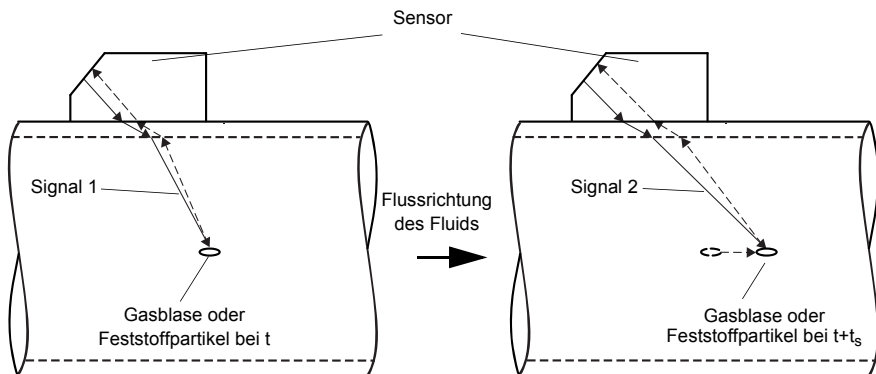


Abb. 3.5: Messung der Strömungsgeschwindigkeit im NoiseTrek-Modus

3.2.4 HybridTrek-Modus

Der HybridTrek-Modus verbindet den TransitTime-Modus und den NoiseTrek-Modus. Bei einer Messung im HybridTrek-Modus schaltet der Messumformer abhängig von dem Gas- und Feststoffanteil im Fluid automatisch zwischen dem TransitTime- und dem NoiseTrek-Modus um.

3.3 Messanordnungen

3.3.1 Begriffe

Durchstrahlungsanordnung

Die Sensoren sind auf gegenüberliegenden Seiten des Rohrs montiert (siehe Abb. 3.6).

Reflexanordnung

Die Sensoren sind auf derselben Seite des Rohrs montiert (siehe Abb. 3.7).

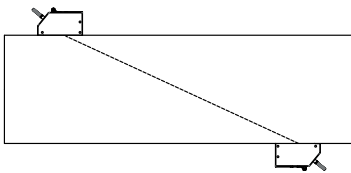


Abb. 3.6: Durchstrahlungsanordnung

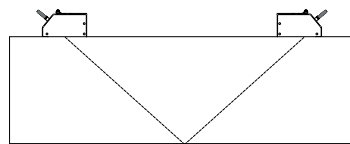


Abb. 3.7: Reflexanordnung

Schallweg

Weg, den das Ultraschallsignal zurücklegt, wenn es das Rohr einmal durchquert. Die Anzahl der Schallwege ist:

- ungerade, wenn die Messung in der Durchstrahlungsanordnung
- gerade, wenn die Messung in der Reflexanordnung durchgeführt wird (siehe Abb. 3.9 oder Abb. 3.8).

Strahl

Weg, den das Ultraschallsignal zwischen den Sensoren zurücklegt - dem Sensor, der das Ultraschallsignal sendet und dem Sensor, der es empfängt. Ein Strahl besteht aus 1 oder mehreren Schallwegen (siehe Abb. 3.8 oder Abb. 3.9).

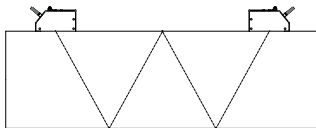


Abb. 3.8: 1 Strahl, 4 Schallwege,
Reflexanordnung

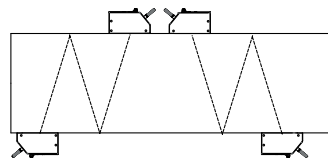
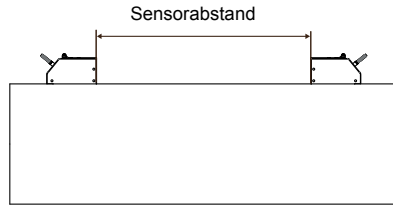


Abb. 3.9: 2 Strahlen, 3 Schallwege,
Durchstrahlungsanordnung

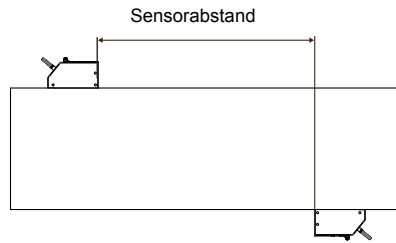
Sensorabstand

Abstand zwischen den Sensoren. Er wird an den Innenkanten der Sensoren gemessen.

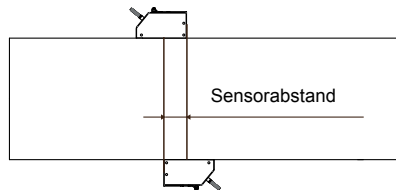
Reflexanordnung



Durchstrahlungsanordnung
(positiver Sensorabstand)



Durchstrahlungsanordnung
(negativer Sensorabstand)



Schallstrahlebene

Ebene in der ein, zwei oder mehrere Schallwege oder Strahlen liegen (siehe Abb. 3.10).

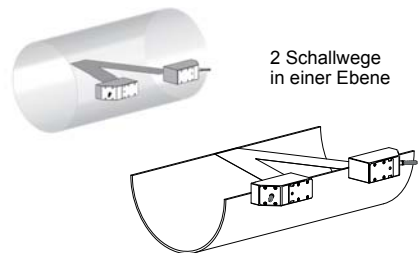
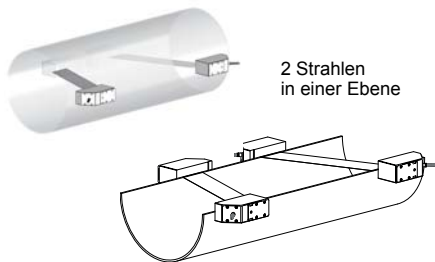
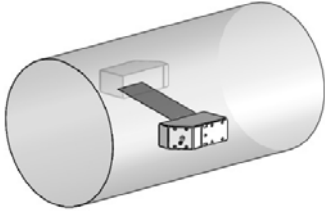
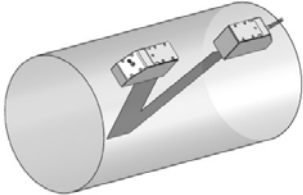
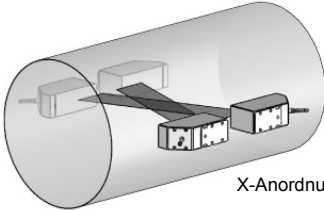
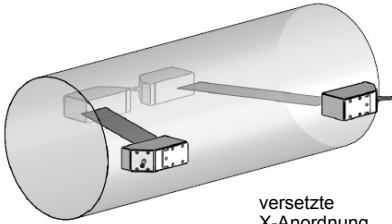
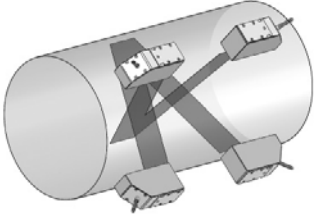


Abb. 3.10: Schallwege und Strahlen in einer Ebene

3.3.2 Beispiele

1-Strahl-Durchstrahlungsanordnung	1-Strahl-Reflexanordnung
<p>1 Sensorpaar 1 Schallweg 1 Strahl 1 Ebene</p> 	<p>1 Sensorpaar 2 Schallwege 1 Strahl 1 Ebene</p> 
2-Strahl-Durchstrahlungsanordnung	2-Strahl-2-Ebenen-Reflexanordnung
<p>2 Sensorpaare 1 Schallweg 2 Strahlen 1 Ebene</p>  <p style="text-align: right;">X-Anordnung</p>  <p style="text-align: right;">versetzte X-Anordnung</p>	<p>2 Sensorpaare 2 Schallwege 2 Strahlen 2 Ebenen</p> 

4 Beschreibung des Messumformers

4.1 Aufbau

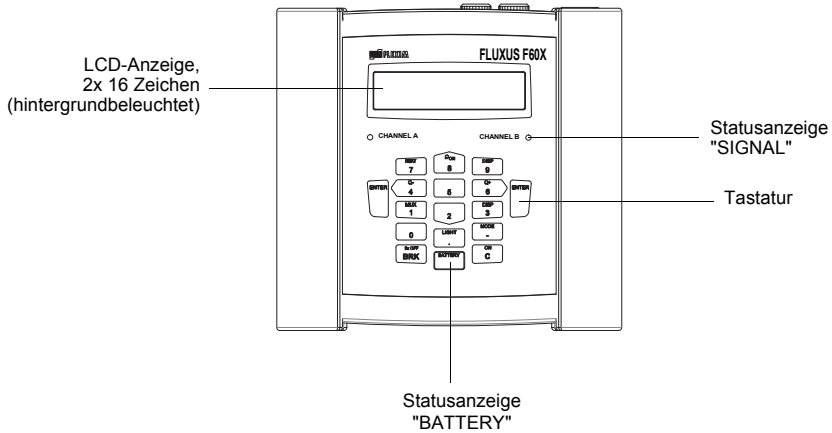


Abb. 4.1: Bedienungsfield

Auf der Rückseite des Messumformers ist ein Tragegriff montiert (siehe Abb. 4.2). Der Tragegriff dient gleichzeitig als Aufstellbügel. Die Öffnung am Halteblech dient zur Befestigung des Messumformers am Rohr (siehe Abschnitt 6.2.3 oder 7.2.3).

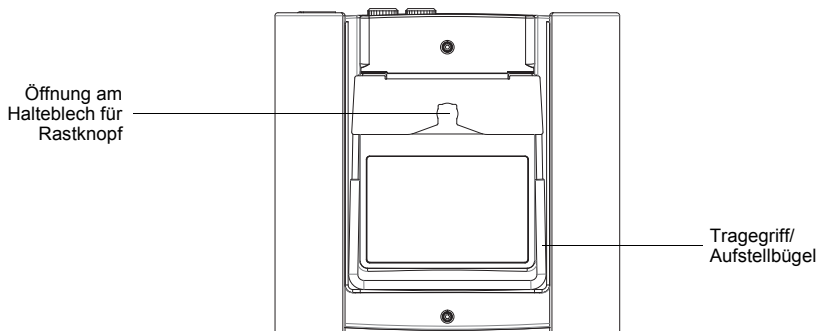


Abb. 4.2: Rückseite

4.2 Statusanzeigen

Tab. 4.1: LED "SIGNAL"

LED aus	Messumformer im Ruhezustand (Offline)
LED leuchtet grün	Signalqualität des Messkanals ausreichend für eine Messung
LED leuchtet rot	Signalqualität des Messkanals nicht ausreichend für eine Messung

Tab. 4.2: LED "BATTERY"





LED blinkt grün	Akku wird gerade geladen
LED leuchtet grün	Akku ist aufgeladen
LED ist aus	Ladezustand des Akkus > 10 %
LED blinkt rot	Ladezustand des Akkus < 10 %

Hinweis!	Wenn die LED "BATTERY" rot/grün blinkt, liegt ein interner Fehler der Spannungsversorgung vor. Wenden Sie sich an FLEXIM.
-----------------	---

4.3 Tastatur

Die Tastatur besteht aus den 3 Funktionstasten ENTER, BRK und C, der Statusanzeige BATTERY und 10 Tasten zur numerischen Eingabe.





Mehrere Tasten haben Doppelfunktionen. Sie können für die Eingabe von Werten und für das Navigieren in Auswahllisten verwendet werden.

Die pfeilförmigen Zifferntasten , ,  und  werden im Auswahlmodus als Cursorstasten benutzt und im Eingabemodus zur Eingabe von Zahlen und Buchstaben verwendet.





Tab. 4.3: Allgemeine Funktionen

C	Einschalten des Messumformers
LIGHT	Ein-/Ausschalten der Hintergrundbeleuchtung der Anzeige
ENTER	Bestätigen der Auswahl oder der Eingabe
BRK + C + ENTER	RESET: Drücken Sie diese drei Tasten gleichzeitig, um eine Fehlfunktion zu beheben. Der Reset kommt einem Neustart des Messumformers gleich. Gespeicherte Daten werden nicht beeinflusst.
BRK	Unterbrechung der Messung und Auswahl des Hauptmenüs Achten Sie darauf, eine laufende Messung nicht durch unbeabsichtigtes Drücken der Taste BRK zu unterbrechen!
BRK	Ausschalten des Messumformers durch dreimaliges Drücken der Taste BRK











Tab. 4.4: Navigation

BRK	Auswahl des Hauptmenüs
 	Scrollen links/rechts durch eine Auswahlliste
 	Scrollen aufwärts/abwärts durch eine Auswahlliste
ENTER	Bestätigen des gewählten Menüpunkts

Tab. 4.5: Eingabe von Zahlen

 ... 	Eingeben der auf der Taste dargestellten Ziffer
	Vorzeichen für die Eingabe negativer Werte
	Dezimalzeichen
C	Löschen von Werten. Nach dem Löschen erscheint der davor angezeigte Wert.
ENTER	Bestätigen der Eingabe

Tab. 4.6: Eingabe von Text

 	Positionieren des Cursors
	Änderung des ausgewählten Zeichens in ein "A"
	Änderung des ausgewählten Zeichens in ein "Z"
	Umschaltung zwischen Klein- und Großbuchstaben
 	Wählen des vorhergehenden/nachfolgenden ASCII-Zeichens
	Löschen eines Zeichens und Setzen eines Leerzeichens
 	Automatisches Vorwärts- oder Rückwärts-Scrollen innerhalb des eingeschränkten ASCII-Zeichensatzes. Das Zeichen wechselt sekundlich. Das Scrollen wird durch Drücken einer anderen Taste gestoppt.
ENTER	Bearbeiten beenden

5 Auswahl der Messstelle

Achtung!	Beachten Sie die "Sicherheitshinweise für den Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen" (siehe Dokument SIFLUXUS_608).
-----------------	--

Die richtige Auswahl der Messstelle ist für zuverlässige Messergebnisse und eine hohe Messgenauigkeit entscheidend.

Eine Messung ist an einem Rohr möglich, wenn

- sich der Ultraschall mit ausreichend hoher Amplitude ausbreitet (siehe Abschnitt 5.1)
- das Strömungsprofil voll herausgebildet ist (siehe Abschnitt 5.2)

Die korrekte Auswahl der Messstelle und somit die korrekte Positionierung der Sensoren garantiert, dass das Schallsignal unter optimalen Bedingungen empfangen und korrekt ausgewertet werden kann.

Aufgrund der Vielfalt möglicher Anwendungen und der Vielzahl von Faktoren, die eine Messung beeinflussen können, lässt sich keine Standardlösung für die Sensorpositionierung angeben. Diese wird durch folgende Faktoren beeinflusst:

- Durchmesser, Material, Auskleidung, Wanddicke und Form des Rohrs
- Fluid
- Gasblasen im Fluid

Vermeiden Sie Messstellen, die sich in der Nähe deformierter oder beschädigter Stellen am Rohr oder in der Nähe von Schweißnähten befinden.

Vermeiden Sie Stellen, an denen sich Ablagerungen im Rohr bilden.

Die Umgebungstemperatur an der Messstelle muss innerhalb des Betriebstemperaturbereichs der Sensoren liegen (siehe Technische Spezifikationen (FLUXUS F601) oder (FLUXUS F608)).

Wählen Sie den Standort des Messumformers innerhalb der Kabelreichweite zur Messstelle.

Die Umgebungstemperatur am Standort muss innerhalb des Betriebstemperaturbereichs des Messumformers liegen (siehe Technische Spezifikationen (FLUXUS F601) oder (FLUXUS F608)).

Wenn sich die Messstelle in einem explosionsgefährdeten Bereich befindet, müssen die Gefahrenzone und auftretende Gase ermittelt werden. Die Sensoren und der Messumformer müssen für diese Bedingungen geeignet sein.

5.1 Akustische Durchstrahlbarkeit

Das Rohr muss an der Messstelle akustisch durchstrahlbar sein. Die akustische Durchstrahlbarkeit ist dann gegeben, wenn Rohr und Fluid das Schallsignal nicht so stark dämpfen, dass es vollständig absorbiert wird, bevor es den zweiten Sensor erreicht.

Die Dämpfung von Rohr und Fluid wird beeinflusst durch:

- kinematische Viskosität des Fluids
- Anteil an Gasblasen und Feststoffen im Fluid
- Ablagerungen an der Rohrwand
- Rohrmaterial

Folgende Bedingungen müssen an der Messstelle erfüllt sein:

- das Rohr ist stets vollständig gefüllt
- keine Ablagerung von Feststoffen im Rohr
- es bilden sich keine Blasen

Hinweis! Selbst blasenfreie Fluide können Gasblasen bilden, wenn sich das Fluid entspannt, z.B. vor Pumpen und hinter großen Querschnittserweiterungen.

Beachten Sie die Hinweise in der folgenden Tabelle:

Tab. 5.1: Empfohlene Anbringung der Sensoren

Waagrechtes Rohr

Wählen Sie eine Messstelle, wo die Sensoren seitlich am Rohr befestigt werden können, so dass sich die Schallwellen horizontal im Rohr ausbreiten. Damit können Feststoffe am Rohrboden oder Gasblasen an der Rohroberseite die Ausbreitung des Signals nicht beeinflussen.

richtig:



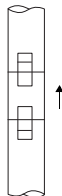
ungünstig:



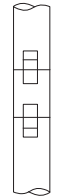
Senkrechttes Rohr

Wählen Sie die Messstelle dort, wo die Flüssigkeit aufsteigt. Das Rohr muss vollständig gefüllt sein.

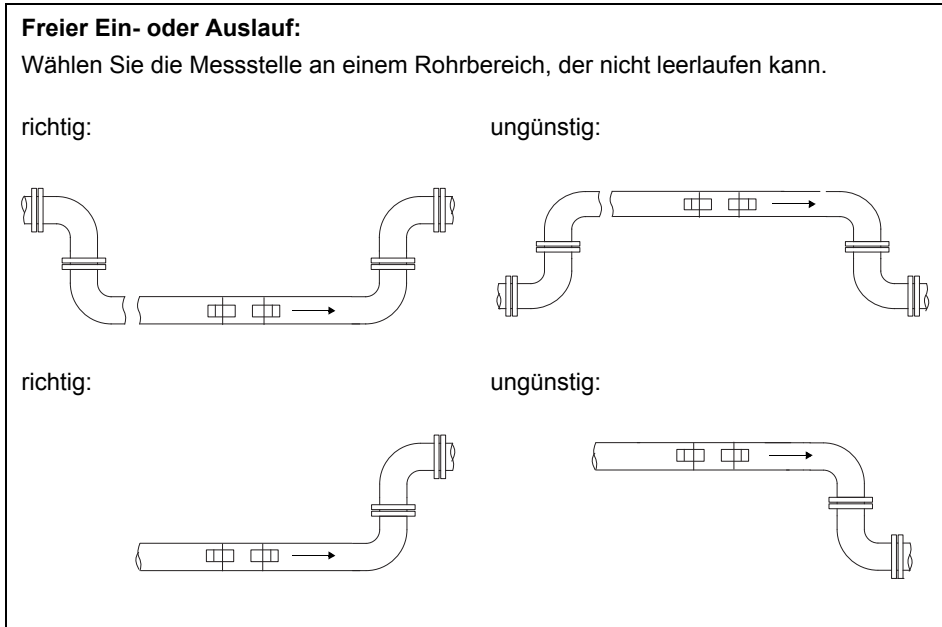
richtig:



ungünstig:



Tab. 5.1: Empfohlene Anbringung der Sensoren



5.2 Ungestörtes Strömungsprofil

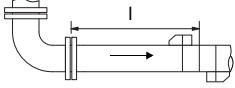
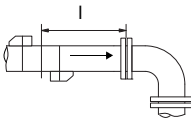
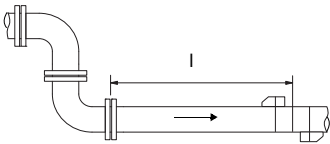
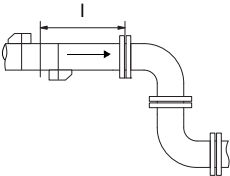
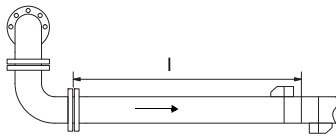
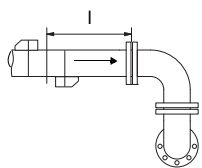
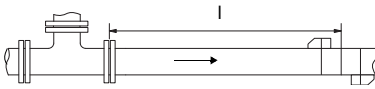
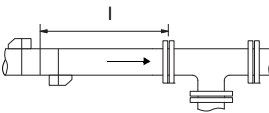
Viele Durchflusselemente (z.B. Krümmer, Schieber, Ventile, Regelventile, Pumpen, Reduzierungen, Erweiterungen) verursachen eine lokale Verzerrung des Strömungsprofils. Das für eine korrekte Messung erforderliche, axialsymmetrische Strömungsprofil im Rohr ist dann nicht mehr gegeben. Durch sorgfältige Auswahl der Messstelle ist es möglich, den Einfluss von Störquellen zu reduzieren.

Es ist außerordentlich wichtig, die Messstelle in ausreichendem Abstand zu Störquellen zu wählen. Nur dann kann vorausgesetzt werden, dass das Strömungsprofil voll ausgebildet ist. Messergebnisse können aber auch dann geliefert werden, wenn die empfohlenen Abstände zu Störquellen aus praktischen Erwägungen nicht eingehalten werden können.

Die Beispiele in Tab. 5.2 zeigen die empfohlenen geraden Ein- bzw. Auslaufstrecken für die verschiedenen Typen von Durchflussstörquellen.

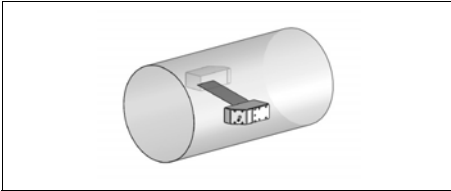
Tab. 5.2: Empfohlene Abstände zu Störquellen

D - Nenndurchmesser an der Messstelle, l - empfohlener Abstand

<p>Störquelle: 90°-Krümmer</p> <p>Einlauf: $l \geq 10 D$</p> 	<p>Auslauf: $l \geq 5 D$</p> 
<p>Störquelle: 2x 90°-Krümmer in gleicher Ebene</p> <p>Einlauf: $l \geq 25 D$</p> 	<p>Auslauf: $l \geq 5 D$</p> 
<p>Störquelle: 2x 90°-Krümmer in verschiedenen Ebenen</p> <p>Einlauf: $l \geq 40 D$</p> 	<p>Auslauf: $l \geq 5 D$</p> 
<p>Störquelle: T-Stück</p> <p>Einlauf: $l \geq 50 D$</p> 	<p>Auslauf: $l \geq 10 D$</p> 

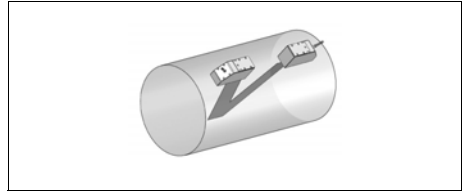
5.3 Auswahl der Messanordnung unter Berücksichtigung des Messbereichs und der Messbedingungen

1-Strahl-Durchstrahlungsanordnung



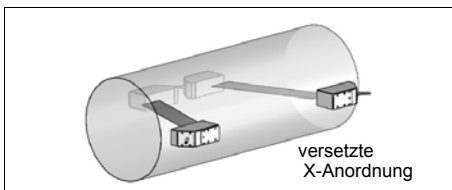
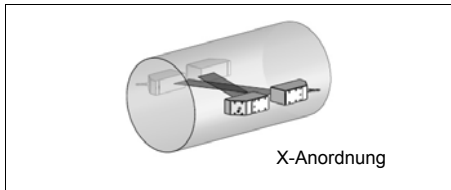
- größerer Strömungsgeschwindigkeits- und Schallgeschwindigkeitsbereich im Vergleich zur Reflexanordnung
- Einsatz bei Belagsbildung an der Rohrinnenwand oder bei stark akustisch dämpfenden Gasen oder Flüssigkeiten (da nur 1 Schallweg)

1-Strahl-Reflexanordnung



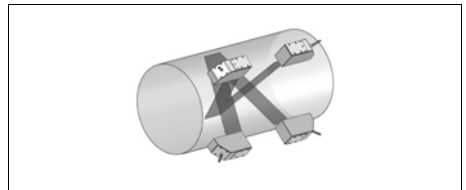
- kleinerer Strömungsgeschwindigkeits- und Schallgeschwindigkeitsbereich im Vergleich zur Durchstrahlungsanordnung
- Querströmungseffekte werden kompensiert, da Strahl das Rohr in 2 Richtungen durchquert
- höhere Messgenauigkeit, da mit steigender Anzahl der Schallwege die Messgenauigkeit steigt

2-Strahl-Durchstrahlungsanordnung



- gleiche Merkmale wie bei 1-Strahl-Durchstrahlungsanordnung
- zusätzliches Merkmal: Querströmungseffekte werden kompensiert, da Messung mit 2 Strahlen

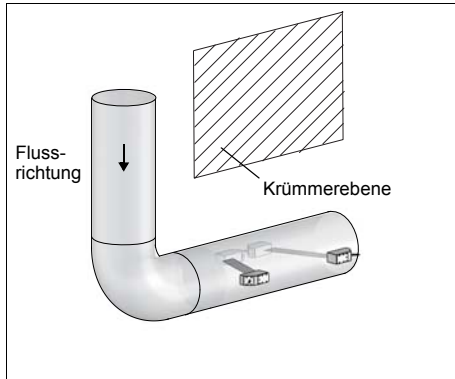
2-Strahl-2-Ebenen-Reflexanordnung



- gleiche Merkmale wie bei 2-Strahl-Reflexanordnung
- zusätzliches Merkmal: Strömungsprofileinflüsse werden kompensiert, da Messung in 2 Ebenen

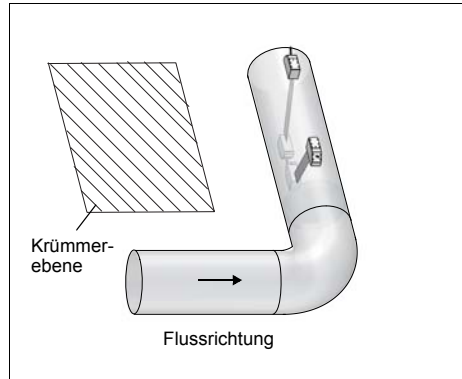
5.4 Auswahl der Schallstrahlebene in der Nähe eines Krümmers

Bei senkrechtem Rohrverlauf



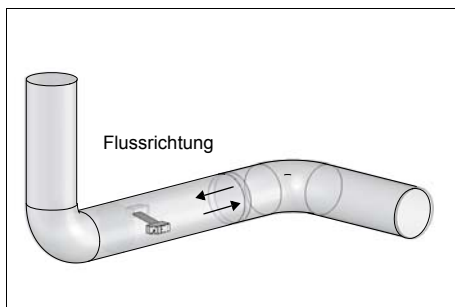
- Schallstrahlebene (siehe Abschnitt 3.3.1) wird im Winkel von 90° zur Krümmerebene gewählt. Der Krümmer liegt vor der Messstelle.

Bei waagrechtem Rohrverlauf



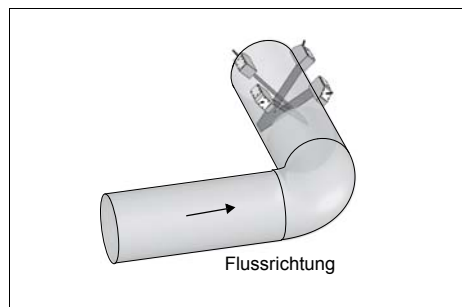
- Schallstrahlebene (siehe Abschnitt 3.3.1) wird im Winkel von $90^\circ \pm 45^\circ$ zur Krümmerebene gewählt. Der Krümmer liegt vor der Messstelle.

Bei Messungen in beiden Richtungen



- Schallstrahlebene (siehe Abschnitt 3.3.1) wird zum nächstgelegenen Krümmer ausgerichtet (je nach Rohrverlauf - waagrecht oder senkrecht - siehe oben).

Bei Messungen in der 2-Strahl-2-Ebenen-Reflexanordnung



- Die 2 Schallstrahlebenen (siehe Abschnitt 3.3.1) werden im Winkel von 45° zur Krümmerebene gewählt. Der Krümmer liegt vor der Messstelle.
- Bei waagrechten Rohren werden die Sensoren auf der oberen Hälfte des Rohrs montiert.

