

Technische Information

Turbimax CUS51D

Trübungs- und Feststoffgehaltssensor



Anwendungsbereich

Turbimax CUS51D ist ein Sensor für alle Applikationen der Abwasseraufbereitung.

- Trübungsmessung im Auslauf
- Feststoffgehalt in der Belebung und in der Rezirkulation
- Feststoffgehalt in der Schlammbehandlung
- Abfiltrierbare Stoffe im Kläranlagenauslauf

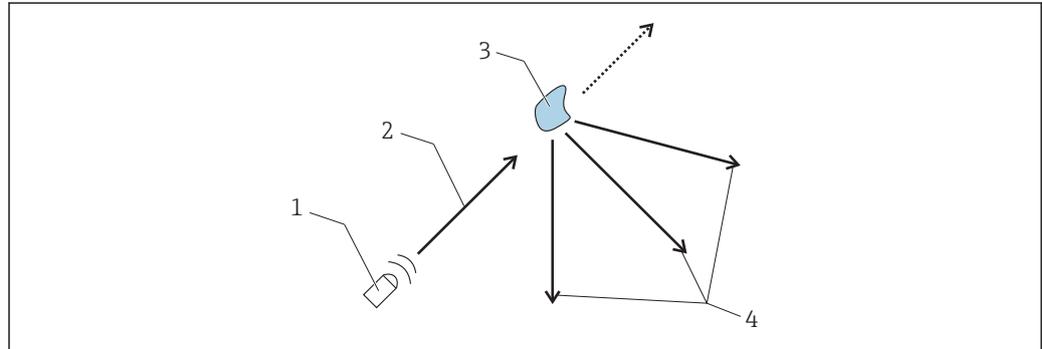
Ihre Vorteile

- Alle sensorischen Prinzipien (90°, 135° und 4-Strahl-Wechsellicht) sind im Sensorkopf enthalten und erlauben beste Adaption an die Messaufgabe.
- Der Sensor ist werkskalibriert (Basis Formazin). Alle auswählbaren Anwendungen (z. B. Belebtschlamm) sind vorkalibriert und ermöglichen damit schnelle und einfache Inbetriebnahme.
- Standardisierte Kommunikation (Memosens-Technologie) ermöglicht "plug and play".
- Intelligenter Sensor - alle Kenndaten und Kalibrierwerte sind im Sensor gespeichert.
- Kundenseitige Kalibrierungen mit 1 bis zu 5 Punkten - im Labor oder am Einbauort durchführbar.

Arbeitsweise und Systemaufbau

Messprinzip

Zur Trübungsmessung wird ein Lichtstrahl durch das Medium gelenkt und dort durch optisch dichtere Bestandteile, z. B. durch Feststoffpartikel, von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt. Dieser Vorgang wird auch als Streuung bezeichnet.

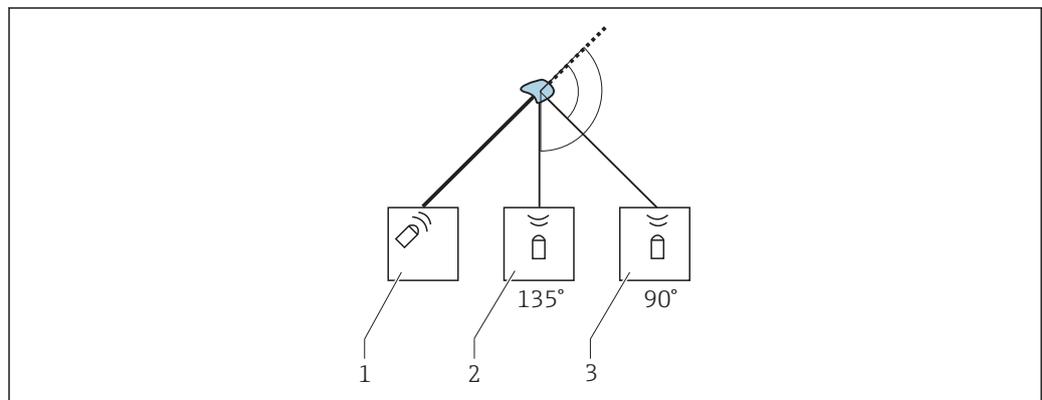


1 Ablenkung des Lichts

- 1 Lichtquelle
- 2 Lichtstrahl
- 3 Partikel
- 4 Streulicht

Das auftreffende Licht wird in viele Richtungen, also unter verschiedenen Winkeln, zur Ausbreitungsrichtung gestreut. Dabei sind 2 Winkelbereiche von großem Interesse:

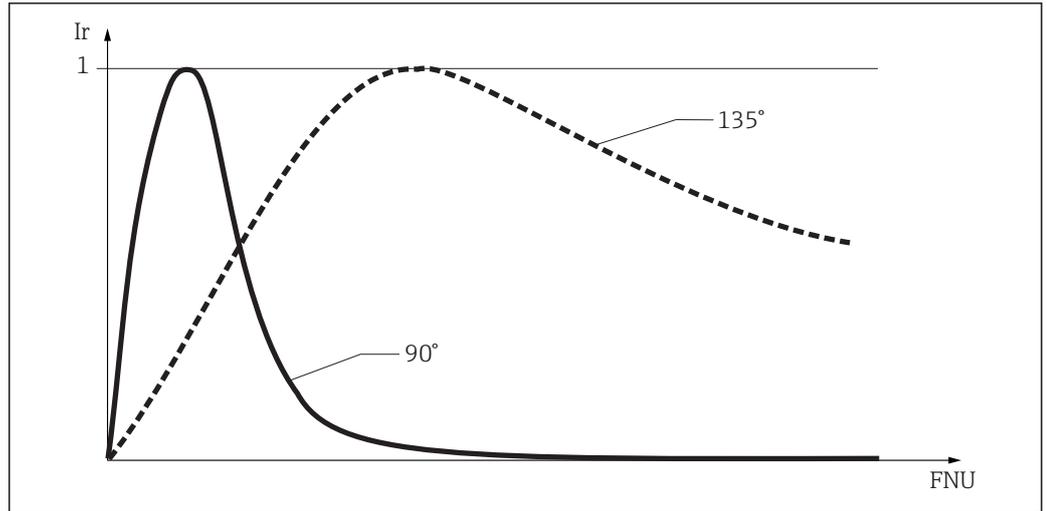
- Das Licht in 90°-Richtung findet vor allem zur Trübungsmessung in Trinkwasser Verwendung.
- Das Licht in 135°-Richtung erweitert den Dynamikbereich bei hohen Partikeldichten.



2 Prinzipielle Wirkungsweise des Trübungssensors

- 1 Lichtquelle
- 2 135°-Lichtempfänger
- 3 90°-Lichtempfänger

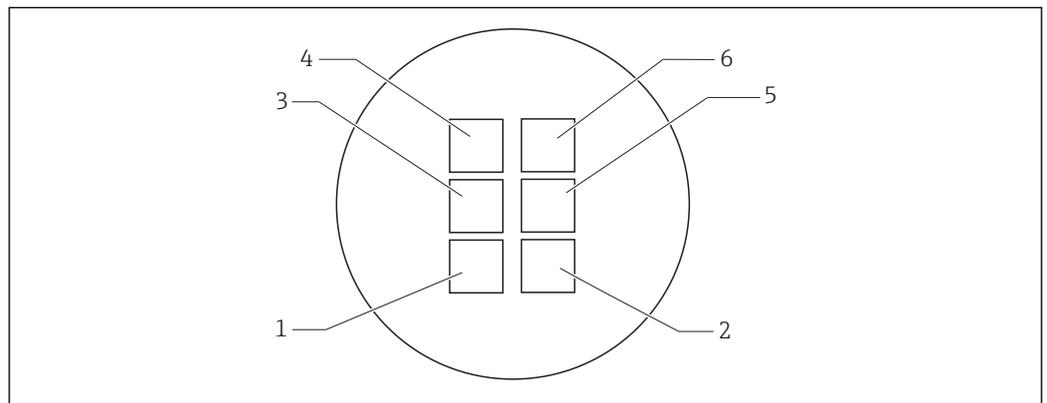
Ist die Partikeldichte im Medium gering, wird viel Licht auf den 90°-Kanal gestreut und wenig Licht auf den 135°-Kanal. Steigt die Partikeldichte an, verschiebt sich dieses Verhältnis (mehr Licht auf den 135°-Kanal, weniger Licht auf den 90°-Kanal).



3 Signalverteilung in Abhängigkeit der Partikeldichte

Ir Relative Intensität
 FNU Trübungseinheit

Der Trübungssensor CUS51D verfügt über 2 voneinander unabhängige sensorische Einheiten, die parallel angeordnet sind. Die applikationsabhängige Bewertung beider Signale führt zu stabilen Messwerten.



4 Anordnung der Lichtquellen und Lichtempfänger

1, 2 Lichtquellen 1 und 2
 3, 5 135°-Lichtempfänger
 4, 6 90°-Lichtempfänger

Durch die optische Anordnung mit 2 Lichtquellen und jeweils 2 Lichtempfängern mit unterschiedlichen Empfangswinkeln (90° und 135°) deckt der Sensor ein breites Band an Trübungs- und Feststoffmessungen ab.

- Es aktiviert sich automatisch das für die jeweilige Messaufgabe am besten geeignete optische Verfahren im Sensor (z. B. 90°-Messungen mit beiden Lichtquellen), sobald der Kunde eine Anwendung auswählt, z. B. Belebtschlamm.
- Die doppelte Sensorik (2 Lichtquellen und je 2 Empfänger) führt dazu, dass Messfehler durch Verschmutzung weitgehend kompensiert werden (4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren → 4).

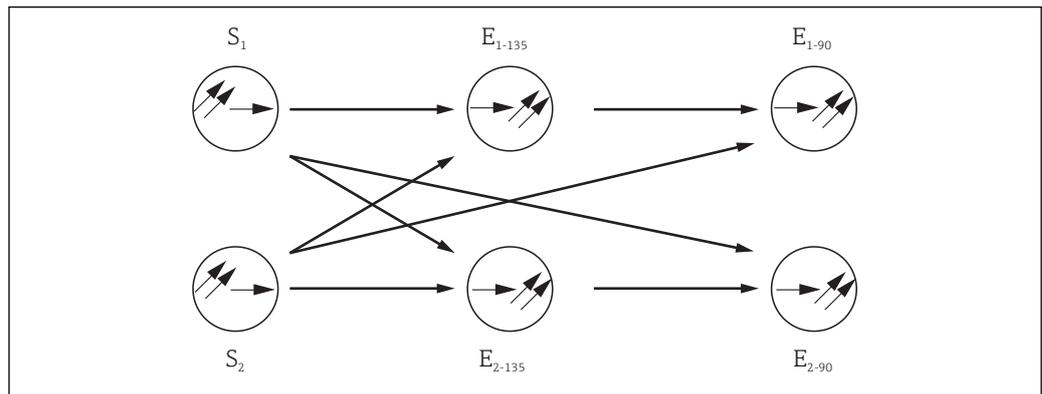
i Die verfügbaren Sensortypen unterscheiden sich in ihren Messbereichen und damit in der Auswahl der verfügbaren Anwendungen.

Messmethoden

4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren

Das Verfahren beruht auf 2 Lichtquellen und 4 Lichtempfängern. Als monochromatische Lichtquellen werden Leuchtdioden mit hoher Lebensdauer verwendet. Diese Leuchtdioden werden abwechselnd gepulst und erzeugen dann pro LED-Puls jeweils 4 Streulichtsignale an den Empfängern.

Störeinflüsse wie Fremdlicht, Alterung der LEDs, Fensterverschmutzungen und Absorption im Medium werden auf diese Art kompensiert. Je nach gewählter Anwendung werden unterschiedliche Streulichtsignale verrechnet, wobei die Art, Anzahl und Verrechnung der Signale im Sensor hinterlegt sind.



A0030847

5 4-Strahl-Wechsellicht-Verfahren

$S_1 S_2$ Lichtquelle

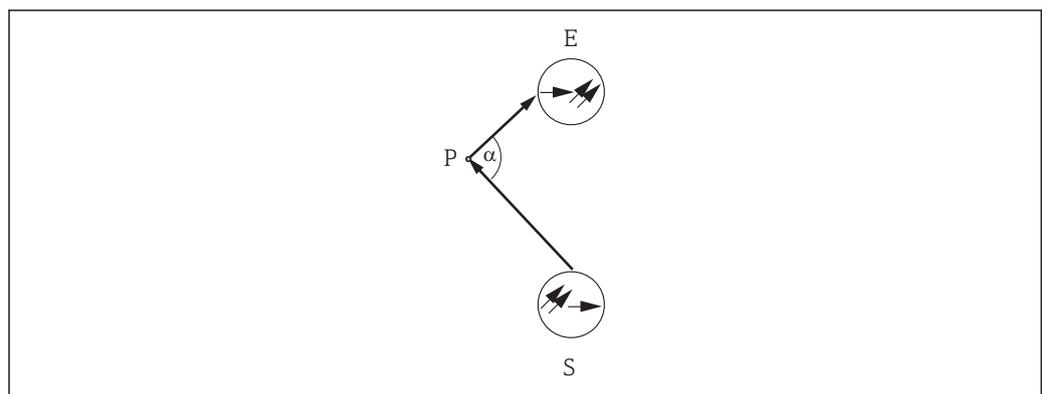
E_{90} Lichtempfänger für 90° -Streulicht

E_{135} Lichtempfänger für 135° -Streulicht

90° -Streulicht-Methode

Die Messung erfolgt mit einer Wellenlänge von 860 Nm (634,3 lbf ft), wie in ISO 7027/EN 27027 beschrieben.

Der ausgesendete Lichtstrahl wird durch die Feststoffpartikel im Medium gestreut. Die so erzeugte Streustrahlung wird über Streulichtempfänger, die im Winkel von 90° zu den Lichtquellen angeordnet sind, gemessen. Die Trübung des Mediums wird aus der Streulichtmenge ermittelt.



A0030852

6 Prinzip 90° -Streulicht-Methode

S Lichtquelle

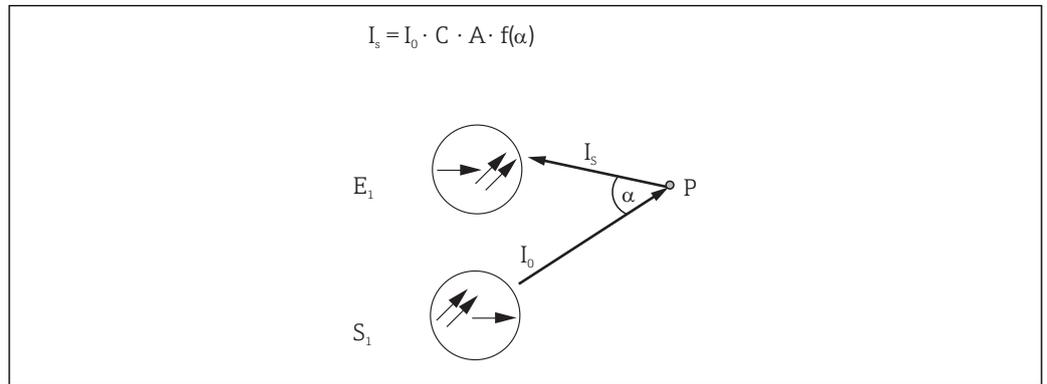
E Empfänger

P Partikel

135° -Rückstreulicht-Methode

Der ausgesendete Lichtstrahl wird durch die Feststoffpartikel im Medium gestreut. Die erzeugte Rückstreuung wird über Streulichtempfänger, die neben den Lichtquellen angeordnet sind, gemessen.

sen. Die Trübung des Mediums wird über die Rückstreulichmenge ermittelt. Mit dieser Form der Streulichtmessung lassen sich sehr hohe Trübungswerte messen.



7 Prinzip Rückstreulicht-Methode

I_0 Intensität des ausgesendeten Lichts

I_s Intensität des Streulichts

A Geometrischer Faktor

C Konzentration

P Partikel

$f(\alpha)$ Winkelabhängigkeit

Sensorüberwachung

Die optischen Signale werden kontinuierlich überwacht und auf Plausibilität geprüft. Bei Unstimmigkeiten erfolgt eine Fehlermeldung über den Messumformer. Die Funktion ist per default deaktiviert.

In Verbindung mit dem Sensorchecksystem von Liquiline M werden außerdem folgende Fehlerzustände erkannt:

- Unplausibel hohe oder niedrige Messwerte
- Gestörte Regelung durch fehlerhafte Messwerte

Anwendungen

Einsatzgebiete

Anwendung (Modelle)	Einsatzgebiete / Verwendung	Einheit	Kompensation*
Formazin	Brauchwasser, Kläranlagenablauf	FNU / NTU	
Kaolin	Abfiltrierbare Stoffe, Brauchwasser, Kläranlagenablauf, Belebtschlamm in niedrigen Konzentrationen	mg/l ; g/l; ppm; %	
SiO ₂	SiO ₂ , mineralische Feststoffe (Sande)	g/l; ppm; %	X
TiO ₂	TiO ₂ , (weiße Medien)	g/l; ppm; %	X
Dünnschlamm	Dünne Schlämme von Belebtschlamm bis Klarwasser	g/l; ppm; %	
Belebtschlamm	Belebungsbecken und vergleichbare Medien	g/l; ppm; %	X
Überschuss-schlamm	Universelle Verwendung für Schlämme im Abwasserbereich zwischen 5 und 50 g/l (Belebtschlamm, Rücklaufschlamm, ...)	g/l; ppm; %	X
Schlamm, univ.	Universelle Verwendung von Klarwasser bis hin zu Schlämmen mit hoher Feststoffkonzentration, z.B. Schlammabzug in Eindickern. 0 g/l bis 50 g/l	g/l; ppm; %	X
Faulschlamm	Ausgefaulter Schlamm, schwarz - homogen	g/l; ppm; %	

* Verschmutzungskompensation mit 4-Strahl-Wechsellicht

HINWEIS**Mehrfachstreuungen bei den Anwendungen: Formazin, Kaolin und Dünnschlamm**

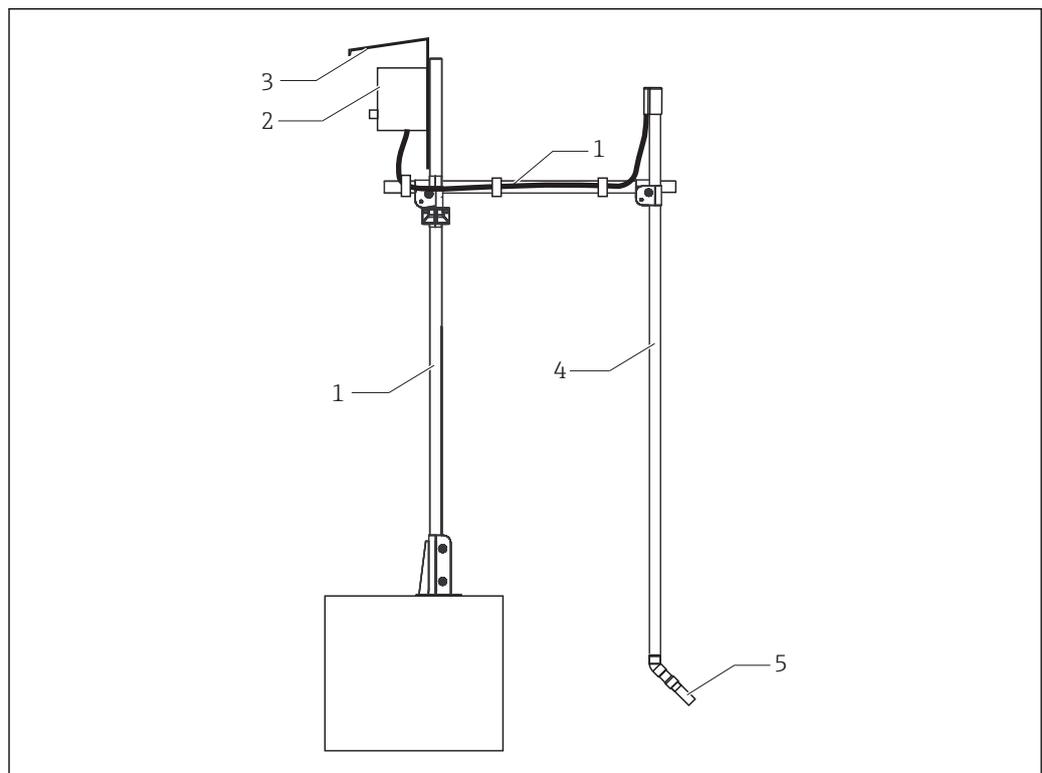
Beim Überschreiten des jeweiligen Arbeitsbereichs kann der vom Sensor ausgegebene Messwert trotz steigender Trübung, bzw. steigendem TS-Gehalt, abnehmen. Bei stark absorbierenden (z. B. dunklen) Medien ist der angegebene Arbeitsbereich reduziert.

- ▶ Bei stark absorbierenden (z. B. dunklen) Medien den Arbeitsbereich vorab experimentell bestimmen.

Messeinrichtung

Eine komplette Messeinrichtung besteht aus:

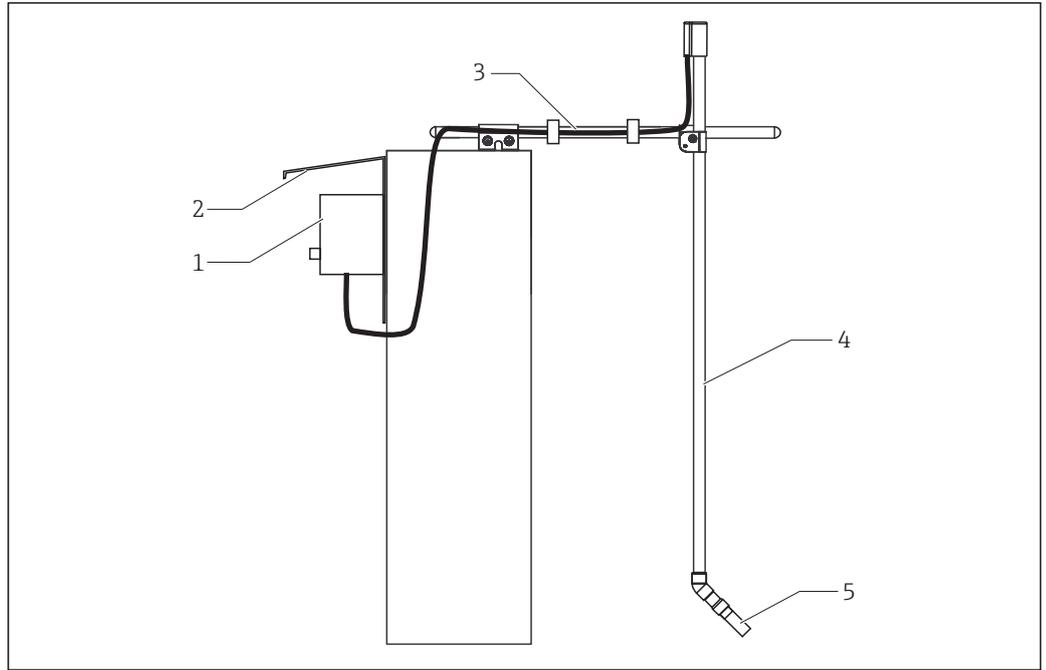
- Trübungssensor Turbimax CUS51D
- Mehrkanal-Messumformer Liquiline CM44x
- Armatur:
 - Armatur Flexdip CYA112 und Halterung Flexdip CYH112 oder
 - Wechselarmatur, z. B. Cleanfit CUA451



A0030844

8 Messeinrichtung mit Eintaucharmatur (Beispiel)

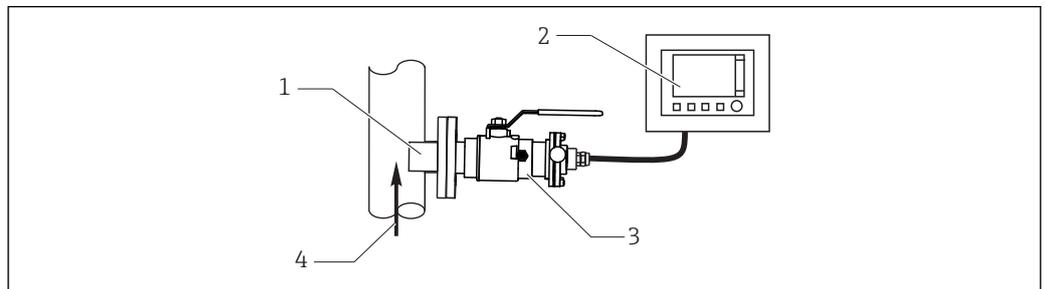
- 1 Halterung Flexdip CYH112
- 2 Mehrkanal-Messumformer Liquiline CM44x
- 3 Wetterschutzdach
- 4 Armatur Flexdip CYA112
- 5 Trübungssensor Turbimax CUS51D



A0030856

9 Messeinrichtung mit Eintaucharmatur (Beispiel)

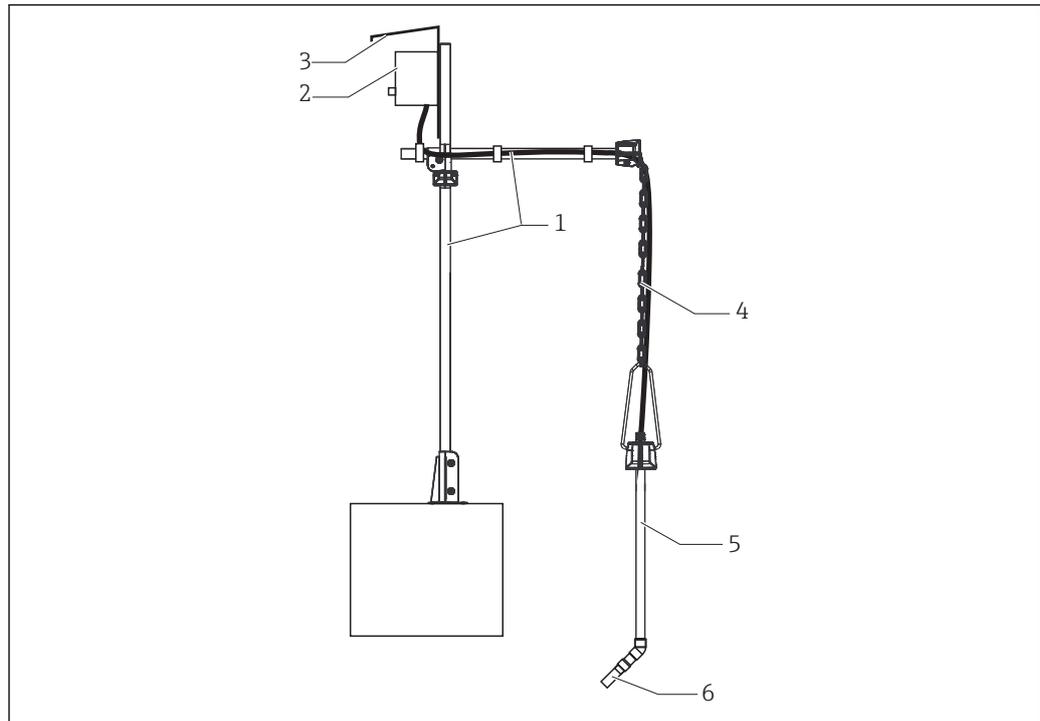
- 1 Mehrkanal-Messumformer Liquiline CM44x
- 2 Wetterschutzdach
- 3 Halterung Flexdip CYH112
- 4 Armatur Flexdip CYA112
- 5 Trübungssensor Turbimax CUS51D



A0030843

10 Messeinrichtung mit Wechselarmatur (Beispiel)

- 1 Trübungssensor Turbimax CUS51D
- 2 Mehrkanal-Messumformer Liquiline CM44x
- 3 Wechselarmatur Cleanfit CUA451
- 4 Strömungsrichtung



A0037077

11 Messeinrichtung mit Eintaucharmatur an Kettenhalterung

- 1 Halterung Flexdip CYH112
- 2 Mehrkanal-Messumformer Liquiline CM44x
- 3 Wetterschutzdach
- 4 Kette der Halterung Flexdip CYH112
- 5 Armatur Flexdip CYA112
- 6 Trübungssensor Turbimax CUS51D

Eingang

Messgröße

- Trübung
- Feststoffgehalt
- Temperatur

Messbereich

CUS51D-**C1		Anwendung
Trübung	0,000 ... 4000 FNU Anzeigebereich bis 9999 FNU	Formazin
Feststoffgehalt	0 ... 5 g/l	Kaolin, abfiltrierbare Stoffe
Temperatur	-20 ... 80 °C (-4 ... 176 °F)	

CUS51D-**D1		Anwendung
Trübung	0,000 ... 4000 FNU Anzeigebereich bis 9999 FNU	Formazin
Feststoffgehalt	0 ... 300 g/l 0 ... 30 %	Feststoffgehalt je nach ausgewählter Anwendung (siehe Liste)
Temperatur	-20 ... 80 °C (-4 ... 176 °F)	

i Messbereich bei Feststoffgehalt:

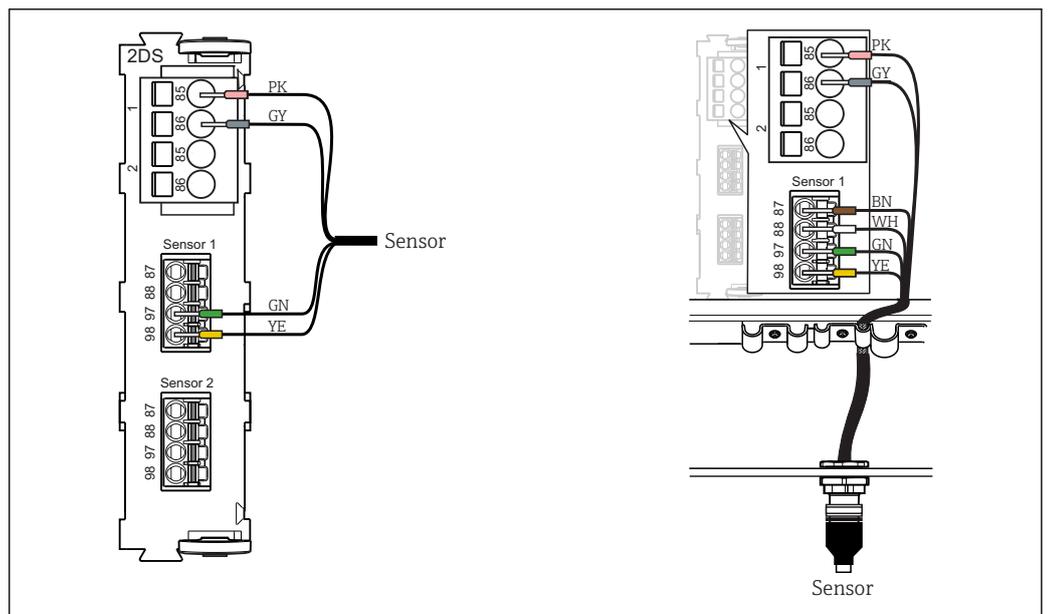
Bei Feststoffen hängen die erzielbaren Messbereiche sehr stark von den tatsächlich vorliegenden Medien ab und können von den empfohlenen Arbeitsbereichen abweichen. Stark inhomogene Medien können Messwertschwankungen erzeugen und somit den Messbereich einengen.

Energieversorgung

Elektrischer Anschluss

Es gibt folgende Anschlussmöglichkeiten:

- Über M12-Stecker (Ausführung: Festkabel, M12-Stecker)
- Über Sensorkabel an die Steckklemmen eines Sensoreingangs des Messumformers (Ausführung: Festkabel, Aderendhülsen)

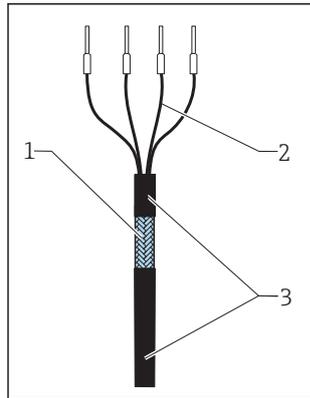


12 Sensoranschluss an Sensoreingang (links) oder mit M12-Stecker (rechts)

A0033092

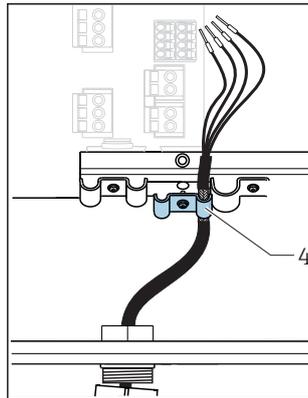
Kabelschirm auflegen

Kabelbeispiel (entspricht nicht zwangsläufig dem Originalkabel)



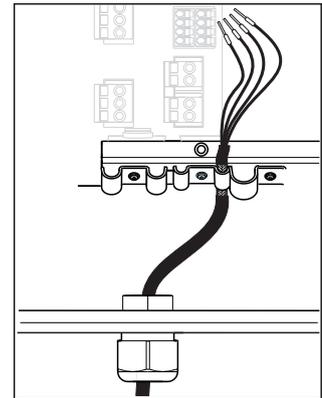
13 Konfektioniertes Kabel

- 1 Außenschirm (frei gelegt)
- 2 Kabeladern mit Endhülsen
- 3 Kabelmantel (Isolierung)



14 Kabel einlegen

- 4 Erdungsschelle



15 Schraube festziehen
(2 Nm (1,5 lbf ft))

Kabelschirm ist durch Erdungsschelle geerdet

Die maximale Kabellänge beträgt 100 m (328,1 ft).

Leistungsmerkmale

Referenzbedingungen

20 °C (68 °F), 1013 hPa (15 psi)

Messabweichung

Trübung < 2 % vom Messwert oder 0,1 FNU (es gilt der jeweils größere Wert)
 Feststoff < 5 % vom Messwert oder 1 % des Messbereichsendes (es gilt der jeweils größere Wert); gilt für Sensoren, die auf den betrachteten Messbereich kalibriert sind



Die Messabweichung beinhaltet alle Ungenauigkeiten der Messkette (Sensor und Messumformer). Die Ungenauigkeit des zur Kalibrierung verwendeten Referenzmaterials ist jedoch nicht eingeschlossen.

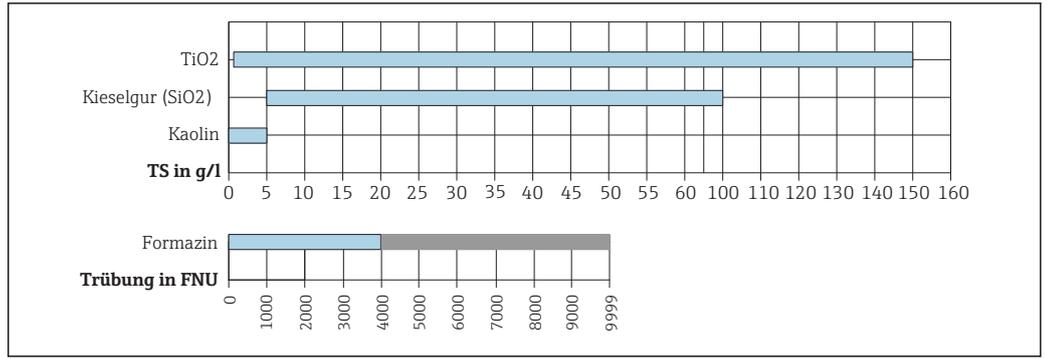
Werkskalibrierung

FNU und NTU gemäß der Anwendungstabelle
 Standard: 3 Punkte

Anwendungen

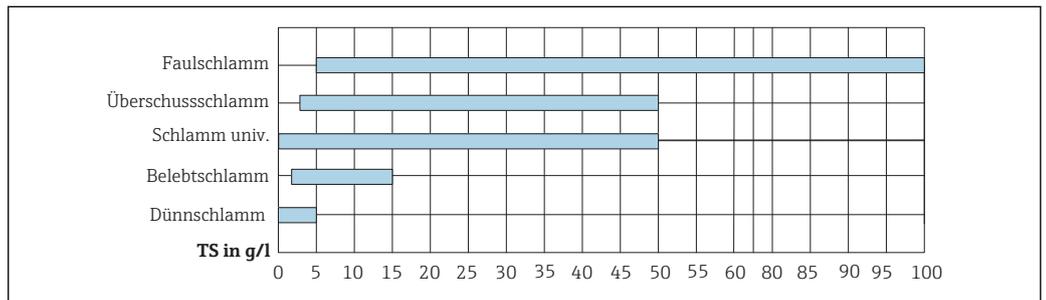
Der Sensor ist für die Anwendung "Formazin" werkskalibriert. Alle anderen Anwendungen sind mit Vergleichsproben vorkalibriert und erfordern eine Kalibrierung auf die entsprechende Applikation. Die Kalibrierung kann mit bis zu 5 Punkten durchgeführt werden.

Anwendungsart Klarwasser	Empfohlene Arbeitsbereiche	CUS51D	
		C1	D1
Anwendung Formazin	0 ... 4000 FNU	X	X
Anwendung Kaolin	0 ... 5 g/l	X	X
Anwendung SiO ₂	5 ... 100 g/l		X
Anwendung Titandioxid	0,2 ... 150 g/l		X



A0030862-DE

Anwendungsart Feststoff	Empfohlene Arbeitsbereiche	CUS51D	
		C1	D1
Anwendung Dünnschlamm	0 ... 5 g/l		X
Anwendung Belebtschlamm	2 ... 15 g/l		X
Anwendung Überschussschlamm	3 ... 50 g/l		X
Anwendung Schlamm univ.	0 ... 50 g/l		X
Anwendung Faulschlamm	5 ... 100 g/l / 300 g/l		X



A0038988-DE

i Bei Feststoffen hängen die erzielbaren Messbereiche sehr stark von den tatsächlich vorliegenden Medien ab und können von den empfohlenen Arbeitsbereichen abweichen.

Drift Der Sensor arbeitet auf Basis elektronischer Regelungen weitgehend driftbereinigt.

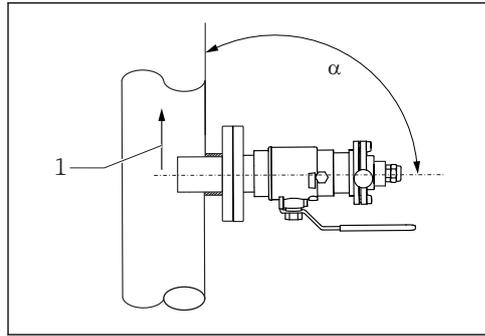
Nachweisgrenzen	Anwendung	Messbereich	Nachweisgrenze
	Formazin		0 ... 50 FNU
		0 ... 4000 FNU	0,4 FNU
Kaolin		0 ... 5000 mg/l	0,85 mg/l

Montage

Einbauhinweise

Einbaumöglichkeiten:

- mit Wechselarmatur Cleanfit W CUA451
- mit Abwasserarmatur Flexdip CYA112 und Halterung Flexdip CYH112
- mit Durchflussarmatur Flowfit CYA251



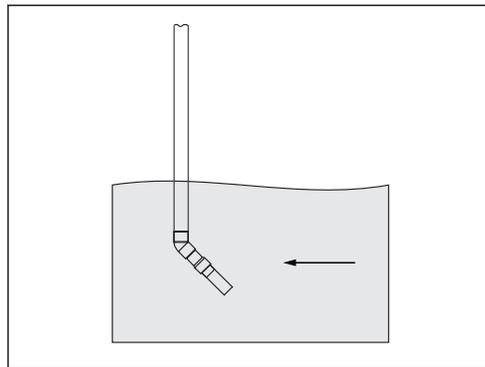
A0031134

16 Einbau mit Wechselarmatur

1 Strömungsrichtung

Der Pfeil 1 zeigt die Strömungsrichtung an. Der Einbauwinkel α darf nicht größer 90° betragen.

Der empfohlene Einbauwinkel beträgt 75° . Die optischen Fenster des Sensors müssen entweder parallel ($\alpha = 90^\circ$) oder gegen die Strömungsrichtung ($\alpha < 90^\circ$) ausgerichtet sein. Für das manuelle Verfahren der Armatur darf der Mediumsdruck max. 2 bar (29 psi) betragen.

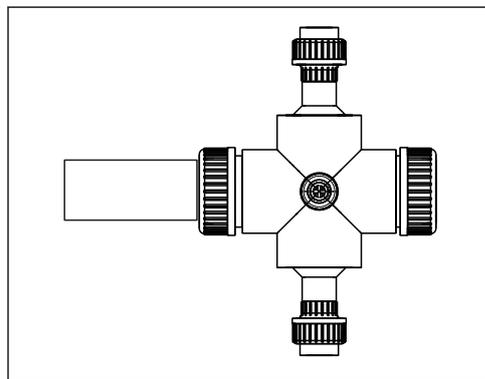


A0037105

17 Einbau mit Abwasserarmatur

Der Pfeil zeigt die Strömungsrichtung an. Der Einbauwinkel beträgt 45° (bevorzugt) oder 90° .

- Bei Verwendung in offenen Becken den Sensor so einbauen, dass sich daran keine Luftblasen ansammeln können.
- Bei Verwendung in stark belüfteten Becken den Sensor in einem Einbauwinkel von 90° einbauen, um die Einflüsse durch Luftblasen zu verringern.



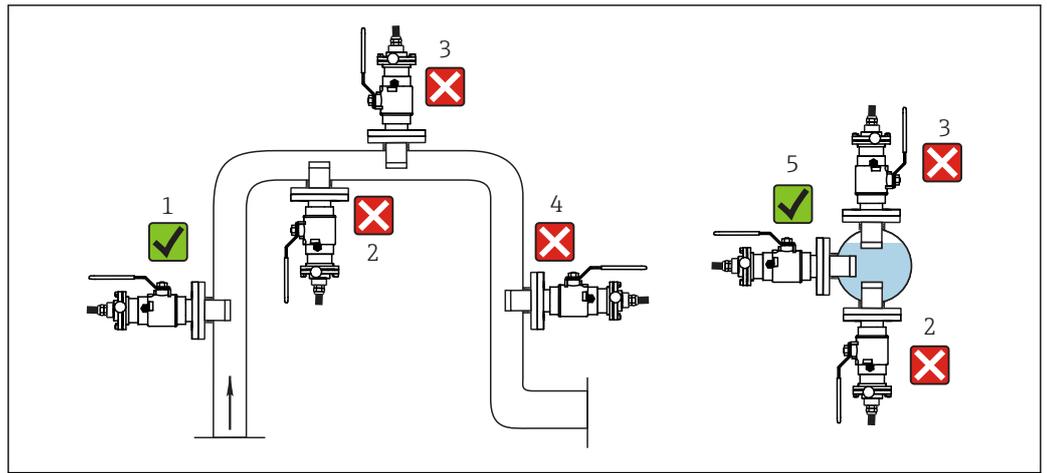
A0035858

18 Einbau mit Durchflussarmatur CYA251

Der Einbauwinkel beträgt 90° . Bei Trübungsmessungen < 200 FNU führt die Rückstreuung der inneren Oberflächen der Armatur zu Messwertverfälschungen.

Rohrleitungen

In der folgenden Abbildung sind verschiedene Einbausituationen in Rohrleitungen dargestellt und als zulässig oder nicht zulässig gekennzeichnet.



19 Einbaulagen und -positionen (mit Wechselarmatur CUA451)

- Bei Verwendung reflektierender Werkstoffe (z. B. nichtrostendem Stahl) muss der Rohrdurchmesser mindestens 100 mm (3,9 in) betragen. Eine Kalibrierung vor Ort wird empfohlen.
- Den Sensor an Orten mit gleichmäßiger Strömung installieren.
- Der beste Installationsort ist im Steigrohr (Pos. 1). Auch die Installation im horizontalen Rohr (Pos. 5) ist möglich.
- Nicht an Stellen installieren, an denen Lufträume oder Schaumblasen entstehen (Pos. 3) oder sich Inhaltsstoffe absetzen können (Pos. 2).
- Den Einbau im Fallrohr (Pos. 4) vermeiden.
- Bei Messung von Trübungen < 200 FNU führt die Rückstreuung der Rohrwand zu Messwertverfälschungen. Deswegen wird hier eine Mehrpunktkalibrierung empfohlen.
- Einbauten hinter Entspannungsstufen, die zu Ausgasungen führen können, vermeiden.

Umgebung

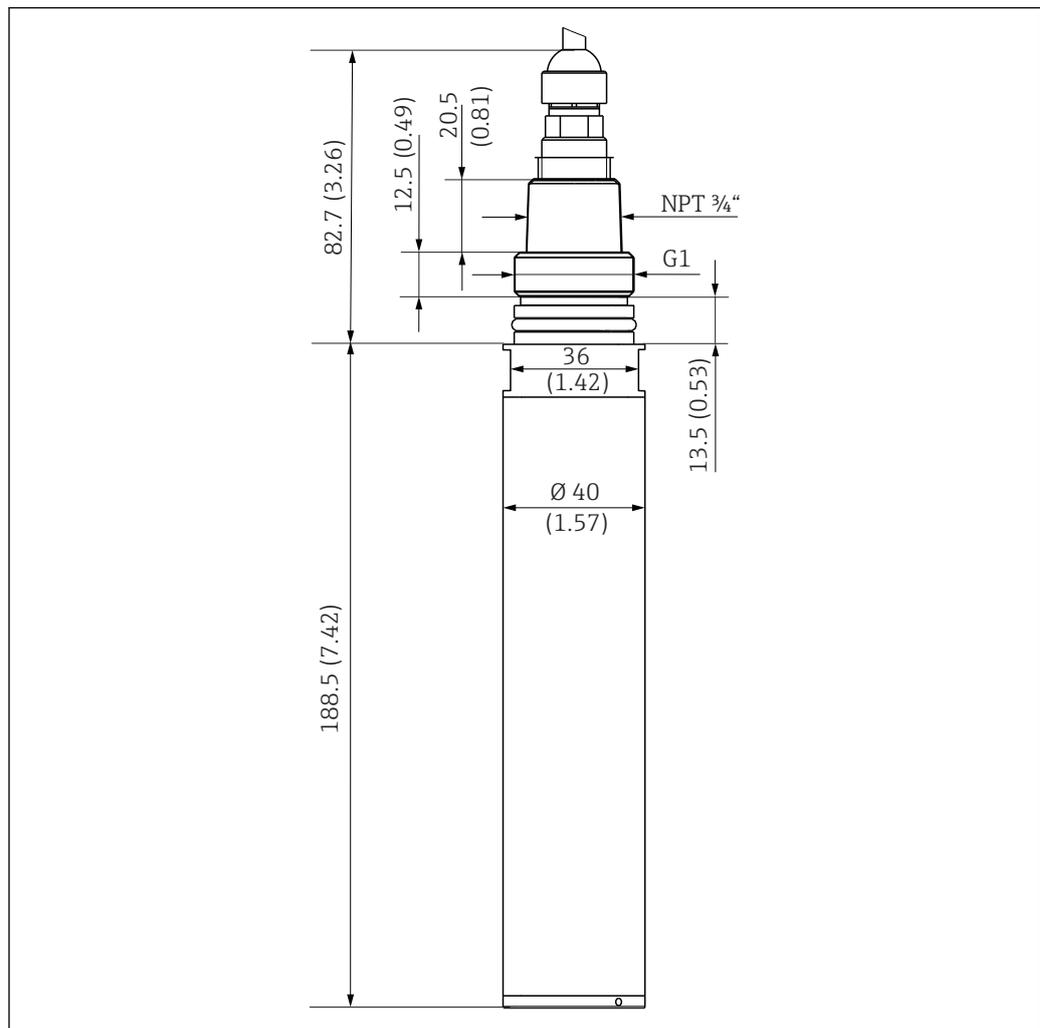
Umgebungstemperaturbereich	-20 ... 60 °C (-4 ... 140 °F)
Lagerungstemperatur	-20 ... 70 °C (-4 ... 158 °F)
Schutzart	IP 68 (1 m (3,3 ft) Wassersäule, 60 Tage, 1 mol/l KCl)
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	Störaussendung und Störfestigkeit gem. <ul style="list-style-type: none"> ■ EN 61326-1: 2013 ■ EN 61326-2-3:2013 ■ NAMUR NE21: 2012

Prozess

Prozesstemperaturbereich	-5 ... 50 °C (23 ... 122 °F) bis 80 °C (176 °F) kurzzeitig (1 h)
Prozessdruckbereich	0,5 ... 10 bar (7,3 ... 145 psi) (abs.)
Mindestanströmung	Keine Mindestanströmung erforderlich.
	 Bei Feststoffen, die zur Sedimentation neigen, für eine ausreichende Durchmischung sorgen.

Konstruktiver Aufbau

Abmessungen



A0030853

20 Abmessungen. Maßeinheit: mm (in)

i Abmessungen der Druckluftreinigung → 16

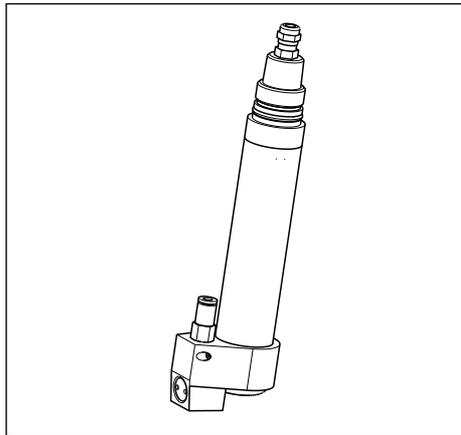
Gewicht ca. 0,7 kg (1,5 lb) ohne Kabel

Werkstoffe	Sensor	Nichtrostender Stahl 1.4404 (AISI 316 L) Nichtrostender Stahl 1.4571 (AISI 316 Ti)
	Optische Fenster	Saphir
	O-Ringe	EPDM

Prozessanschlüsse G1 und NPT 3/4"

Zubehör

Druckluftreinigung



Druckluftreinigung
 Verbrauch: 50 l/min (13,2 gal/min)
 Vordruck: 1,5 ... 2 bar (22 ... 30 psi)
 Anschluss: 6/8 mm oder 6,35 mm (1/4")

21 CUS51D mit Druckluftreinigung

Zertifikate und Zulassungen

CE-Zeichen

Das Produkt erfüllt die Anforderungen der harmonisierten europäischen Normen. Damit erfüllt es die gesetzlichen Vorgaben der EU-Richtlinien. Der Hersteller bestätigt die erfolgreiche Prüfung des Produkts durch die Anbringung des CE-Zeichens.

Elektromagnetische Verträglichkeit

Störaussendung und Störfestigkeit gem.
 ■ EN 61326-1: 2013
 ■ EN 61326-2-3:2013
 ■ NAMUR NE21: 2012

ISO 7027

Das beim Sensor verwendete Messverfahren entspricht der Norm ISO 7027-1:2016

EAC

Das Produkt wurde nach den im Eurasischen Wirtschaftsraum (EAEU) geltenden Richtlinien TP TC 004/2011 und TP TC 020/2011 bescheinigt. Das EAC-Konformitätskennzeichen ist am Produkt angebracht.

Bestellinformationen

Produktseite

www.endress.com/cus51d

Produktkonfigurator

Auf der Produktseite finden Sie rechts neben dem Produktbild den Button **Konfiguration**.

1. Diesen Button anklicken.
 - ↳ In einem neuen Fenster öffnet sich der Konfigurator.
2. Das Gerät nach Ihren Anforderungen konfigurieren, indem Sie alle Optionen auswählen.
 - ↳ Auf diese Weise erhalten Sie einen gültigen und vollständigen Bestellcode.
3. Den Bestellcode als PDF- oder Excel-Datei exportieren. Dazu auf die entsprechende Schaltfläche rechts oberhalb des Auswahlfensters klicken.



Für viele Produkte haben Sie zusätzlich die Möglichkeit, CAD oder 2D-Zeichnungen der gewählten Produktausführung herunterzuladen. Dazu den Reiter **CAD** anklicken und den gewünschten Dateityp über Auswahllisten wählen.

Lieferumfang

Der Lieferumfang besteht aus:

- 1 Sensor Turbimax CUS51D in bestellter Ausführung
- 1 Betriebsanleitung BA00461C

Zubehör

Nachfolgend finden Sie das wichtigste Zubehör zum Ausgabezeitpunkt dieser Dokumentation.

- ▶ Für Zubehör, das nicht hier aufgeführt ist, an Ihren Service oder Ihre Vertriebszentrale wenden.

Armaturen**FlowFit CUA120**

- Flansch-Adapter zur Aufnahme von Trübungssensoren CUS
- Produktkonfigurator auf der Produktseite: www.endress.com/cua120



Technische Information TI096C

Flexdip CYA112

- Eintaucharmatur für Wasser und Abwasser
- Modulares Armaturensystem für Sensoren in offenen Becken, Kanälen und Tanks
- Werkstoff: PVC oder Edelstahl
- Produktkonfigurator auf der Produktseite: www.endress.com/cya112



Technische Information TI00432C

Cleanfit CUA451

- Manuelle Wechselarmatur aus nichtrostendem Stahl mit Kugelhahnabsperrung für Trübungssensoren
- Produktkonfigurator auf der Produktseite: www.endress.com/cua451



Technische Information TI00369C

Flowfit CYA251

- Anschluss: Siehe Produktstruktur
- Werkstoff: PVC-U
- Produktkonfigurator auf der Produktseite: www.endress.com/cya251



Technische Information TI00495C

Halterung**Flexdip CYH112**

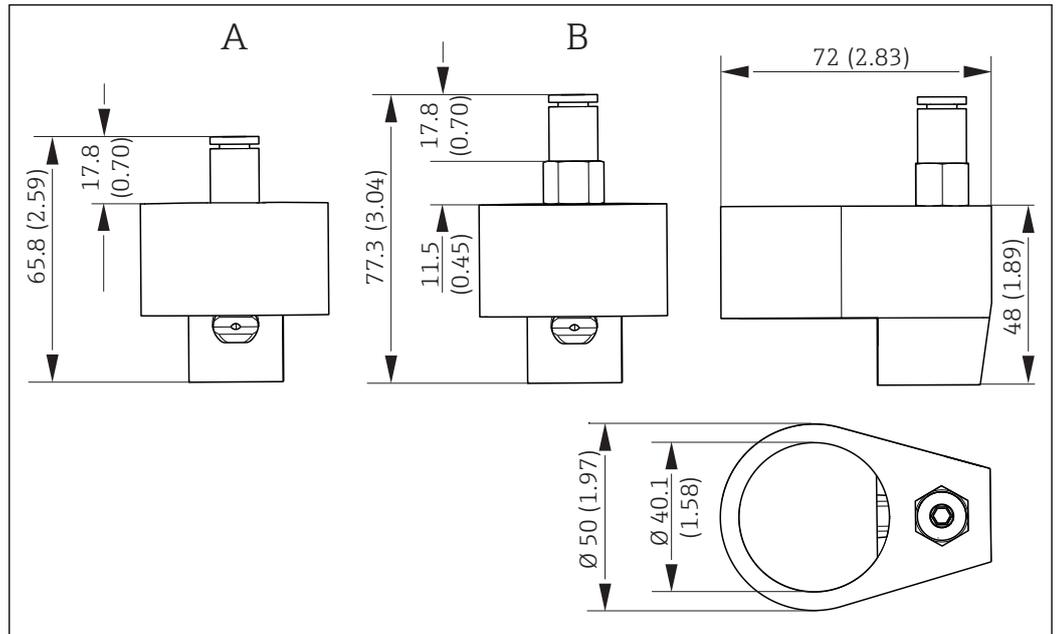
- Modulares Halterungssystem für Sensoren und Armaturen in offenen Becken, Gerinnen und Tanks
- Für Wasser- und Abwasserarmaturen Flexdip CYA112
- Beliebig variierbare Befestigung: Montage auf dem Boden, auf der Mauerkrone, an der Wand oder direkt an einem Geländer
- Kunststoff- oder Edelstahlausführung
- Produktkonfigurator auf der Produktseite: www.endress.com/cyh112



Technische Information TI00430C

Druckluftreinigung**Druckluftreinigung für CUS51D**

- Anschluss: 6 mm (0,24 in) oder 8 mm (0,31 in) (metrisch) oder 6,35 mm (0,25 in)
- Werkstoffe: POM/V4A
- 6 oder 8 mm Best.-Nr.: 71110782
- 6,35 mm Best.-Nr.: 71110783



A0030854

▣ 22 Druckluftreinigung. Maßeinheit: mm (in)

A Ausführung 6 mm (0,24 in)

B Ausführung 6,35 mm (0,25 in)

Kompressor

- Für Druckluftreinigung
- 230 V AC Best.-Nr. 71072583
- 115 V AC Best.-Nr. 71194623

www.addresses.endress.com
