

Strömungsmesser | **FC 01-Ex**
ANWENDERHANDBUCH



Dieses Anwenderhandbuch unterstützt Sie beim Einbau, Anschließen und Einstellen des Strömungsmessers FC01-Ex. Es ist ab der Softwareversion 2.40 gültig.



Bei der Montage der Messköpfe, dem Anschließen und Einstellen des Gerätes nur geschultes Fachpersonal einsetzen!

Eine Nichtbeachtung der Montage- und Bedienungsanleitung kann zu erheblichen Schäden am Gerät und an der Anlage führen. FlowVision übernimmt gegenüber Kunden oder Dritten keine Haftung, Gewährleistung oder Garantie für Mängel oder Schäden, die durch fehlerhaften Einbau oder unsachgemäße Handhabung unter Nichtbeachtung der Montage- und Bedienungsanleitung verursacht sind.

Beim FC01-Ex ist die beliebige Austauschbarkeit der Messköpfe nicht gegeben. Die feste Paarung von Elektronik und Messkopf ist beizubehalten.

Elektronik und Messkopf werden immer paarweise verpackt und ausgeliefert.

3 Normale Umgebung - Definitionen und Installationshinweise	25
3.1 Messverfahren	25
3.2 Systembeschreibung	26
3.2.1 Anwenderschnittstellen	27
3.3 Anwenderkalibrierung	29
3.3.1 Möglichkeiten und Vorteile der Anwenderkalibrierung	29
3.3.2 Berücksichtigung besonderer Strömungs- und Einbauverhältnisse	29
3.3.4 Optimierung auf erforderlichen Messbereichsumfang	30
3.3.5 Punktgenauer Abgleich (selektive Genauigkeit)	30
3.3.6 Reproduktion genauer Messmittel	30
3.3.7 Verwendung von Standardmessköpfen	30
4 Technische Umsetzung der Anwenderkalibrierung	31
4.1 Berechnungsverfahren	31
4.2 Abgleichverfahren	31
4.2.1 Auswahl der Temperaturdifferenz (CTD-Wert)	31
4.2.2 Stützpunktauswahl - Anzahl und Lage	34
4.2.3 MAX-MIN Abgleichverfahren	34
4.2.4 Nullpunkt, Richtungsdiskriminierung und oberer Kennlinienwert	35
4.2.5 Neukurve / Altkurve	35
4.2.5.1 Neukurve	35
4.2.5.2 Altkurve	36
4.2.6 Übernahme der C- und T-Werte - Neuermittlung des T-Wertes	36
4.2.6.1 Allgemeines zur Ermittlung des T-Wertes	36
4.2.6.2 Ermittlung eines neuen T-Wertes	37
4.2.7 Kennlinienerweiterung	38
5 Inbetriebnahme	39
5.1 Bediensystematik	39
5.1.1 Konfigurieren	41
5.1.1.1 Messwertaufnehmer-Auswahl (Menüpunkt: SENSOR SELECT)	41
5.1.1.2 Messkopfdaten (Menüpunkt: SENSOR CODE)	41
5.1.1.3 Mediumauswahl (Menüpunkt: MEDIUM SELECT)	41
5.1.1.4 Kundenspezifischer Abgleich (Menüpunkt: CUSTOMER TRIM)	41
5.1.1.4.1 Zugang zum Menü CUSTOMER TRIM	41
5.1.1.4.2 Altkurve/Neukurve	42
5.1.1.4.3 Anzahl der Stützpunkte	42

5.1.1.4.4	Festlegung der Temperaturdifferenz	42
5.1.1.4.5	Automatischer Abgleichvorgang	42
5.1.1.4.6	Manueller Abgleichvorgang	43
5.1.1.4.7	Abgleichtemperatur	43
5.1.1.4.8	Speichern der Kennlinie	43
5.1.1.4.9	Mögliche Fehler beim Abgleich	44
5.1.1.5	Grenzkontaktkombinationen (Menüpunkt: LIMIT SWITCHES)	44
5.1.1.6	Einheit - Strömungsgeschwindigkeit (Menüpunkt: FLOW UNIT)	45
5.1.1.7	Einheit - Mediumtemperatur (Menüpunkt: TEMP. UNIT)	45
5.1.1.8	Display - Anzeige (Menüpunkt: DISPLAY SELECT)	45
5.1.1.9	Analogbalken (Menüpunkt: BARGRAPH)	46
5.1.1.10	Rohrdurchmesser (Menüpunkt: PIPE SIZE)	47
5.1.1.11	Pulsausgang für Totalisator (Menüpunkt: FREQUENCY OUTPUT)	47
5.1.1.12	Analogausgang - Strömungsgeschwindigkeit (Menüpunkt: ANA OUT FLOW)	48
5.1.1.13	Analogausgang - Mediumtemperatur (Menüpunkt: ANA OUT TEMP.)	48
5.1.1.14	Verlassen des Konfigurationsmenüs	48
5.1.1.15	Übersicht Konfigurationsmenü	50
5.1.1.16	Übersicht Konfigurations-Untermenüs	51
5.1.2	Parametrieren	55
5.1.2.1	Messzeit (Menüpunkt: MEAS. TIME)	55
5.1.2.2	Grenzkontakt 1 - Einschaltwert (Menüpunkt: LS1 ON =)	55
	Grenzkontakt 1 - Ausschaltwert (Menüpunkt: LS1 OFF =)	55
5.1.2.3	Grenzkontakt 2 - Einschaltwert (Menüpunkt: LS2 ON =)	56
	Grenzkontakt 2 - Ausschaltwert (Menüpunkt: LS2 OFF =)	56
5.1.2.4	Skalierungsfaktor (Menüpunkt: FLOWSCALE*)	56
5.1.2.6	Übersicht Parametrierungsmenü	58

6 Betriebsphasen **59**

6.1	Einschaltverhalten	59
6.2	Messbetrieb	59
6.2.1	Betriebsdaten	59
6.2.1.1	Messwert(e)	59
6.2.1.2	Spitzenwerte (Menüpunkte: PEAK VALUE MIN / PEAK VALUE MAX)	61
6.2.1.3	Letzter Fehler (Menüpunkt: LAST ERROR)	61
6.2.1.4	Übersicht Hauptmenü	62

7 Fehlerbilder	63
7.1 Test und Diagnose	63
7.1.1 Prioritätsgruppe I	63
7.1.2 Prioritätsgruppe II	63
7.1.3 Prioritätsgruppe III	63
7.2 Mögliche Fehler	64
8 Technische Daten	66
8.1 Umgebungsbedingungen FC01-Ex	66
8.2 Messkopf CST-Ex	66
8.3 Elektrische Anschlusswerte	66
8.3.1 Stromversorgung	66
8.3.1.1 Gleichspannungsversorgung	67
8.4 Analogausgänge	68
8.4.1 Spannungsausgang V1 - 5 V FS	68
8.4.2 Spannungsausgang V2 - 10 V FS	68
8.4.3 Stromausgang C1 - 20 mA FS	69
8.5 Meldeausgänge	69
8.5.1 Relaisausgänge (Wechslerkontakte DC oder AC Schaltspannung)	69
8.5.2 Open-Collector-Ausgänge (DC Schaltspannung)	70
8.6 Messtechnische Daten	71
8.6.1 Strömungsgeschwindigkeitsmessung:	71
8.6.2 Temperaturmessung:	71
8.6.3 FC01-Ex Elektronikmodul	71
8.7 Sensorinterface - Elektrische Daten	72
9 Beispiele	73
9.1 Beispiel 1: Kalorimetrischer Messkopf - Medium Wasser - Neukurve	73
9.2 Beispiel 2: Stützpunktverteilung	79
Anhang 1 - Verhalten der Digital- und Analogausgänge bei den versch. Betriebs- und Fehlerzuständen	81
Anhang	81

1 Kurzbeschreibung

Der Strömungsmesser FC01-Ex dient zur stationären Überwachung, Erfassung und Anzeige von Strömungsgeschwindigkeit, Durchflussmenge und Mediumstemperatur von flüssigen, gasförmigen oder staubförmigen Medien, wobei die Messdaten des kalorimetrischen Messkopfes CST-Ex mit separater EG-Baumusterprüfbescheinigung zur Auswertung gelangen.

Ferner dient er der Versorgung des eigensicheren Messkopfes CST-Ex, wobei die Kontaktierung vom eigensicheren in den nichteigensicheren Bereich über Sicherheitsbarrieren erfolgt. Die Elektronik FC01-Ex muss dazu außerhalb des Ex-Bereiches errichtet werden.

2 Ex-Umgebung - Definitionen und Installationshinweise

2.1 Angaben zum Explosionsschutz

Zwischen dem Strömungsmesser FC01-Ex und dem Messkopf CST-Ex sind Sicherheitsbarrieren verbaut. Diese sind nach den Europäischen Normen EN 60079-0:2012 und EN 60079-11:2012 und EN 60079-15:2010 ausgelegt, nach Zündschutzart:



II 3 (1) G Ex nA [ia Ga] IIC T4 Gc
II (1) D [Ex ia Da] IIIC

Sie tragen die EU-Baumusterprüfbescheinigungsnummer PTB 01 ATEX 2053 X.

Der Messkopf CST-Ex ist ein eigensicheres Betriebsmittel. Er ist konstruiert zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen nach Richtlinie 2014/34/EU und dient dem Einsatz in Bereichen der Gerätegruppe II, Kategorie 1 (Gasatmosphäre Zone 0 bzw. Staubatmosphäre Zone 20).

Er wurde nach den Bestimmungen der Europäischen Normen EN 60079-0:2012+A11:2013, EN 60079-11:2012, und EN 60079-26:2015 ausgelegt, nach Zündschutzart:



II 1/2 G Ex ia IIC T4 Ga/Gb
II 1 D Ex ia IIIC T100°C... T130°C Da

Er trägt die EU-Baumusterprüfbescheinigungsnummer EPS 14 ATEX 1 682 X. (Verfügbare Werkstoffe und Bauformen siehe Kap. 2.3 und 3.1)

Besondere Bedingungen:

1. Die Betriebsanleitung ist zu beachten, insbesondere hinsichtlich der Berücksichtigung geringer Umgebungstemperaturen.
2. Der Explosionsschutz hängt insbesondere von der Dichtigkeit des Fühlermantels ab. Der Messkopf darf deshalb nur in solchen Medien verwendet werden, für die das Material des Fühlermantels hinreichend gegen Korrosion geschützt ist.
3. Bei der Ausführung mit Titan als medienberührendes Teil ist die Möglichkeit des Auftretens von Schlag- und Reibungsfunken durch geeignete Montage auszuschließen.
4. Maximale Oberflächentemperaturen (für Staub) in Abhängigkeit der Mediumstemperatur:

Max. Mediumstemperatur [°C]	Max. Oberflächentemperatur [°C]
45	100
50	105
55	110
60	115
65	120
70	125
75	130

2.2 Zoneneinteilung

Eine Zoneneinteilung gibt es für Bereiche, die durch brennbare Gase, Dämpfe oder Stäube explosionsgefährdet sind. Bei der Bestimmung der Explosionsgefahr, d.h. beim Festlegen explosionsgefährdeter Bereiche, sind die Norm EN 13237 „Explosionsgefährdete Bereiche –Begriffe für Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen“ mit zu berücksichtigen. Sofern es sich um Besonderheiten handelt bzw. Zweifel über die Festlegung explosionsgefährdeter Bereiche bestehen, entscheiden die Aufsichtsbehörden, wie Gewerbeaufsichtsamt u. a. ...

2.2.1 Gerätegruppe II, Kategorie 1 (Zonen 0 und 20)

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen eine explosionsfähige Atmosphäre, die aus einem Gemisch aus Luft und Gasen, Dämpfen oder Nebeln (Zone 0) oder aus brennbaren Staub-/Luft-Gemischen (Zone 20) besteht, ständig, langfristig oder häufig vorhanden ist. Hierzu gehört im Allgemeinen nur das Innere von Behältern oder Apparaturen (Verdampfern, Rohrleitungen, etc.). In dieser Zone dürfen nur elektrische Betriebsmittel verwendet werden, für die eine EG-Baumusterprüfbescheinigung einer anerkannten Prüfstelle vorliegt und wiederum nur solche, die hierfür ausdrücklich zugelassen sind.

2.2.2 Gerätegruppe II, Kategorie 2 (Zonen 1 und 21)

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen, Nebeln (Zone 1) oder eine Wolke brennbarem Staubes in Luft (Zone 21) gelegentlich vorhanden ist. Hierzu kann u.a. die nähere Umgebung der Zonen der Kategorie 1, der nähere Bereich um Füll- und Entleerungseinrichtungen, gehören.

Für Zone 21 sind dies auch Bereiche, wo Staubablagerungen auftreten und bei üblichem Betrieb eine explosionsfähige Konzentration von brennbarem Staub im Gemisch mit Luft bilden können.

2.2.3 Gerätegruppe II, Kategorie 3 (Zonen 2 und 22)

Geräte dieser Kategorie sind zur Verwendung in Bereichen bestimmt, in denen nicht damit zu rechnen ist, dass eine explosionsfähige Atmosphäre aus Gasen, Dämpfen oder Nebeln (Zone 2) oder aufgewirbelten Staub (Zone 22) vorhanden ist. Wenn sie aber dennoch auftritt, dann aller Wahrscheinlichkeit nach nur selten und während eines kurzen Zeitraumes. Hierzu können u.a. die Umgebungen der Zonen 0 und 1 sowie Bereiche um Flanschverbindungen oder Rohrleitungen in geschlossenen Räumen gehören.

Für Zone 22 sind dies auch Umgebungen von staubenthaltenden Geräten, Schutzsystemen und Komponenten, aus denen Staub aus Undichtheiten austreten und Staubablagerungen bilden können (z. B. Mühlenräume, die Reinluftseite von Filtern in Abluftleitungen).

(Angaben über Zonen und Kategorien gemäß EN 1127-1:2011 [detailliert für brennbare Gase, Dämpfe und Staub: EN60079-0:2012], Regeln für das Vermeiden der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre sowie Einteilung von Explosionsschutz zonen, mit Beispielsammlung [BGR 104, Explosionsschutz-Regeln -EX-RL])

2.3 Verwendete Werkstoffe für kalorimetrische Messköpfe

Die folgenden Hinweise sind allgemeine Empfehlungen für die Applikation, die jedoch im konkreten Fall durch den Anwender zu prüfen sind.

2.3.1 Edelstahl Nr. 1.4571

Der Edelstahl 1.4571 ist für die Messköpfe der Standardwerkstoff. Es handelt sich dabei um einen austenitischen, rost- und säurebeständigen Edelstahl, der in der chemischen Industrie am häufigsten eingesetzt wird. Er ist, laut Herstellerangaben, beständig gegen oxydierend wirkende organische und anorganische Säuren und zum Teil auch gegen reduzierende Medien.

Im Detail ist jedoch die chemische Beständigkeit dieses Edelstahles durch den Anwender zu prüfen, insbesondere wenn es sich bei den Medien um Stoffgemische handelt, die zudem häufig mit Reinigungslösungen ausgetauscht werden. Zusätzlich sind noch Temperatur, Strömungsgeschwindigkeiten und Konzentration des Fluides zur Klärung der chemischen Beständigkeit zu beachten.

Die rostbeständigen Stähle verdanken ihre Rostsicherheit in erster Linie dem Legierungsmetall Chrom. Chrom führt durch die Bildung von Chromoxid auf der Oberfläche des Stahles zu einem passiven Zustand. Durch Verschmutzungen, sonstige Ablagerungen auf der Oberfläche und Fremdstoffe kann jedoch die Passivität aufgehoben werden. Es sollte deshalb bei der Montage auf Sauberkeit geachtet werden.

Insbesondere ist zu beachten, dass der Messkopf aus Edelstahl nicht zusammen mit Teilen aus nichtrostbeständigen Stählen oder chemisch unedeleren Metallen in Berührung kommt. Dies würde zu elektrolytischer Korrosion führen.

2.3.2 Hastelloy C4, Nr. 2.4610

Hastelloy 2.4610 ist ein Werkstoff, dessen chemische Beständigkeit die von Edelstählen im Allgemeinen übertrifft. Er ist besonders für basische Stoffe (Ph-Wert > 7, Laugen) geeignet. Im konkreten Anwendungsfall ist die Eignung anhand von Beständigkeitstabellen und Erfahrungswerten zu überprüfen.

2.3.3 Titan G7, Nr. 3.7235

Die Nichtmagnetisierbarkeit von Titan sowie seine ausgezeichnete Korrosionsbeständigkeit besonders gegenüber oxidierenden Medien zeichnen diesen Werkstoff aus. Die Beständigkeit ist darauf zurückzuführen, dass sich auf der Oberfläche von Titan in Gegenwart von Oxidationsmitteln sofort eine Oxidationsschicht bildet, die das darunterliegende Material vor Korrosionsangriffen schützt.

Niedriglegiertes Titan G7 entspricht in seinen technologischen Eigenschaften denen des unlegierten Titans gleicher Festigkeitsgruppe. Der Zusatz von etwa 0,2% Palladium hat keinen Einfluss auf die mechanischen Eigenschaften, erhöht jedoch die Korrosionsbeständigkeit von Reintitan nochmals beträchtlich. So hat sich Titan G7 insbesondere in salz- und schwefelsauren Lösungen geringer Konzentration sowie mit der gebotenen Vorsicht in Oxalsäure bewährt.

Ein breites Einsatzgebiet erschließt sich somit auch in aggressiven Medien und durch Meerwasser gefährdeten Zonen.

Zu beachten ist, dass bei galvanischem Kontakt von Titan mit Magnesium, Aluminium, Kupfer und deren Legierungen eine verstärkte elektrolytische Korrosion dieser Werkstoffe auftreten kann.

2.4 Temperaturgrenzen

2.4.1 Gase

Die maximal zulässige Mediumstemperatur beträgt 75 °C für Zone 0. Andererseits ist dieser Wert abhängig vom verwendeten Medium wodurch die tatsächlich zulässige Temperatur begrenzt werden kann.

⚠ Infolge geltender Vorschriften für den Einsatz gemäß Gerätegruppe II, Kategorie 1 (Zone 0) dürfen hinsichtlich des Vermeidens wirksamer Zündquellen die Temperaturen aller Oberflächen - selbst bei selten vorkommenden Betriebsstörungen - 80% der Zündtemperatur eines brennbaren Gases oder einer brennbaren Flüssigkeit, gemessen in °C, nicht überschreiten.

Der Anwender hat also darauf zu achten, dass die Temperaturgrenzen anhand der bekannten Zündtemperatur seines speziellen Mediums explizit festgelegt werden. (siehe DIN EN 1127-1:2011, Explosionsfähige Atmosphären - Explosionsschutz. Teil 1: Grundlagen und Methodik; Kap. 6.4.2: Heiße Oberflächen, Kategorie 1).

Für Anwendungen in Kategorie 2 darf die spezielle Temperaturgrenze nur bei selten auftretenden Betriebsstörungen überschritten werden.

2.4.2 Staub

Die zu berücksichtigende Oberflächentemperatur des Messkopfes von 100...130 °C ist abhängig von der maximal zulässigen Mediumstemperatur, siehe Tabelle in den besonderen Bedingungen.

⚠ Der Anwender hat also darauf zu achten, dass die Temperaturgrenzen anhand der ermittelten Zündtemperatur (nach den in EN 50281-2-1 festgelegten Verfahren) einer Staubwolke oder die Glimmtemperatur einer Staubschicht seines speziellen Mediums explizit festgelegt werden. (Siehe EN 50281-1-2, Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung in Bereichen mit brennbarem Staub, Kap. 6: Temperaturbegrenzung und EN 61241-14:2004).

2.5 Kabellänge

Die Anbindung des Messkopfes CST-Ex an den Strömungsmesser FC01-Ex geschieht mit einer 8-poligen, paarweise verseilten Verbindungsleitung mit Gesamtabschirmung.

Die Abschirmung ist zur Vermeidung induktiver Störbeeinflussung beidseitig, also im explosionsgefährdeten und dem nichtgefährdeten Bereich, geerdet. Um die Möglichkeit auszuschließen, dass über den Schirm möglicherweise zündfähige Ströme fließen, ist folgende Vorgehensweise unbedingt zu beachten:

⚠ Die Installation hat so zu erfolgen, dass in hohem Grade sichergestellt ist, dass zwischen jedem Ende des Stromkreises Potentialausgleich besteht. Um zu gewährleisten, dass der Schirmwiderstand nicht >1 Ohm wird und sich Potentialunterschiede einstellen können, ist, falls erforderlich, der Leitungsschirm an Zwischenstellen an Erde anzuschließen.

Sollte die Vorgehensweise technisch nicht möglich sein, so ist die maximale Kabellänge auf 50 m zu begrenzen. (siehe DIN EN 60079-14:2003, Elektrische Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen [VDE 0165, Teil 1], Abschnitt 12.2.2.3, Erdung leitender Systeme [mit Beispiel]: Sonderfall b)

2.6 Installation - Ex-Komponenten

2.6.1 Installation - kalorimetrischer Messkopf

2.6.1.1 Mechanischer Einbau - Schraubmesskopf CST-Ex

Anwendung:

Gerät zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen nach Richtlinie 2014/34/EU.

Die ummantelten Fühler ragen in das zu messende Medium der Gerätegruppe II, Kategorie 1 (Zone 0 bzw. 20)

Bauformen:

(Prozessanschlüsse)

G1/2" A (L = 27,5 mm)

G1/2" A (L = 36 mm)

1/2" NPT

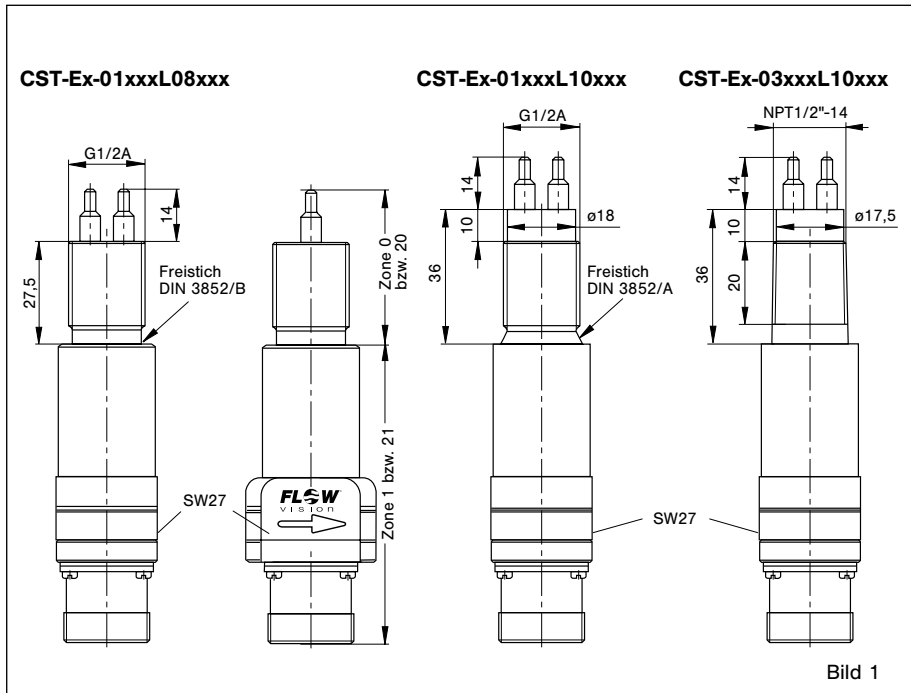
Werkstoffe der

medienberührenden Teile:

Edelstahl X6CrNiMoTi17 12 2, Werkstoff Nr. 1.4571 nach DIN 17440 (V4A) (Standardmaterial für Wasser, Säuren, Laugen, Gase)

Hastelloy C4, Werkstoff Nr. 2.4610

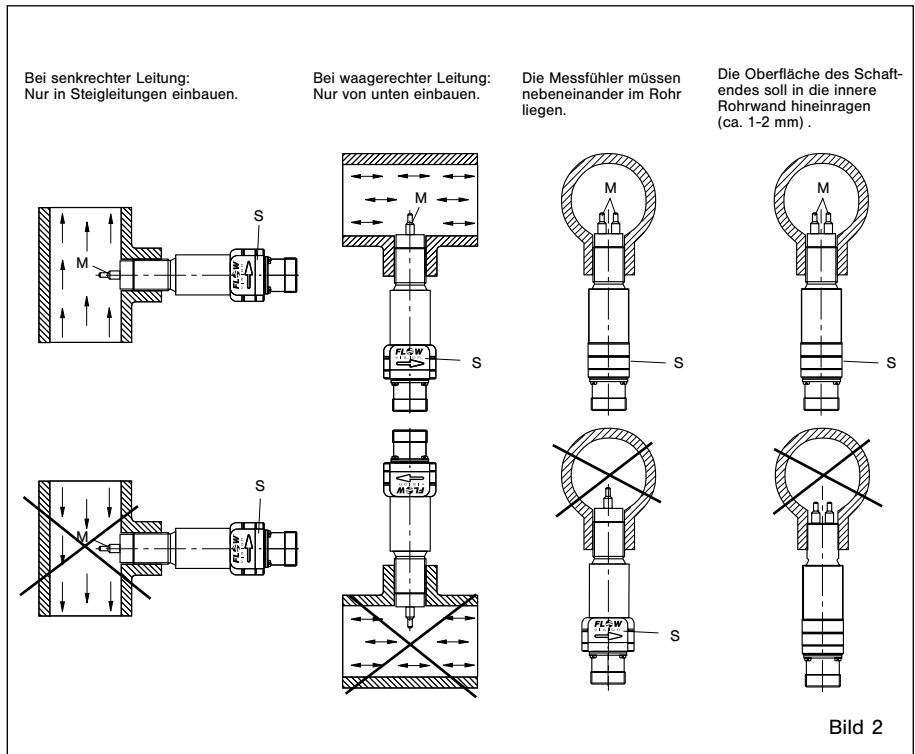
Titan G7, Werkstoff Nr. 3.7235



2.6.1.2 Montagehinweise

⚠ Überprüfen, ob der einzubauende Messkopf für das Strömungsmedium ausgelegt ist. Der Messkopf darf nur für solche Medien verwendet werden, für die die Messfühler nach ausgewählter Materialbeschaffenheit hinreichend chemisch oder gegen Korrosion beständig sind. Bei der Ausführung mit Titan ist die Möglichkeit des Auftretens von Schlag- und Reibfunken durch geeignete Montage auszuschließen.

- ❑ Messkopf mit Rohrfitting vergleichen und überprüfen, ob der Einbaustutzen bzw. T-Stück das entsprechende Innengewinde vorweist und die Länge des Anschlussteiles zutreffend ist.
- ❑ Die beiden Messfühler (M) müssen im eingeschraubten Zustand nebeneinander im Strömungsmedium liegen. Dies ist der Fall, wenn die Schlüsselansatzflächen (S) parallel zur Rohrleitung (Strömungsrichtung) stehen.



2.6.1.2.1 Einbauort in der Rohrleitung bei flüssigen Medien

- Bei senkrechter Rohrleitung den Messkopf möglichst nur in Steigleitungen einbauen, um den störenden Einfluss von Gasblasen auf die Messung zu vermeiden.
- Bei waagerechter Rohrleitung den Messkopf von unten einbauen.
- Um Strömungsturbulenzen an den Messfühlern zu vermeiden, den Messkopf nur in gerade Rohrleitung einbauen. Auf ausreichenden Abstand zu Querschnittsänderungen und Rohrkrümmungen achten.
- Die Strömungsrichtung des Mediums sollte der Richtung des Pfeils auf dem Sensor entsprechen.

Minimal erforderliche Ein- und Auslaufängen (VDI 1952):

- Länge der Einlaufseite $20 \times D$
- Länge der Auslaufseite $5 \times D$

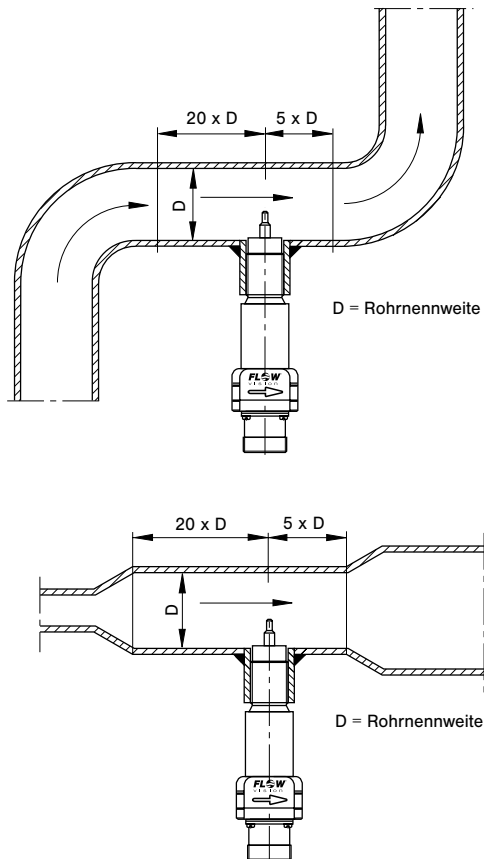


Bild 3

2.6.1.2.2 Einbauort in der Rohrleitung bei gasförmigen Medien

Bei gasförmigen Medien ist die Einbaulage beliebig, jedoch auf ausreichenden Abstand zu Querschnittsänderungen und Rohrkrümmungen achten.

2.6.1.2.3 Einschraubtiefe

Die beiden Messfühler im eingebauten Zustand müssen ausreichend in den geraden Teil der Rohrleitung hineinragen, ohne den Rohrleitungsquerschnitt wesentlich zu verringern.

Für Montage von Schraubmessköpfen in Einschraubstutzen oder T-Stücke mit entsprechendem Innengewinde ist die max. Länge des Anschlusssteiles ab Rohrrinnenwand anzupassen.

Achtung!



Die Fühler müssen vollständig in das Medium hineinragen.
 Einbauposition, Ausrichtung und erforderliche Einbautiefe berücksichtigen.
 Bei Ex-Messköpfen mindestens 7 Gewindegänge einschrauben.

2.6.1.2.4 Art der Abdichtung

Geeignetes Gewindedichtmittel verwenden, z. B. Hanf, Teflonband, Dichtungskleber:

- bei Einschraubzapfen nach DIN 3852, Form A (mit Dichtring) → Länge 36 mm
- bei Einschraubzapfen nach DIN 3852, Form B (mit Dichtkante) → Länge 27,5 mm

Das Rohrsystem unter Druck setzen und auf Leckagen überprüfen.

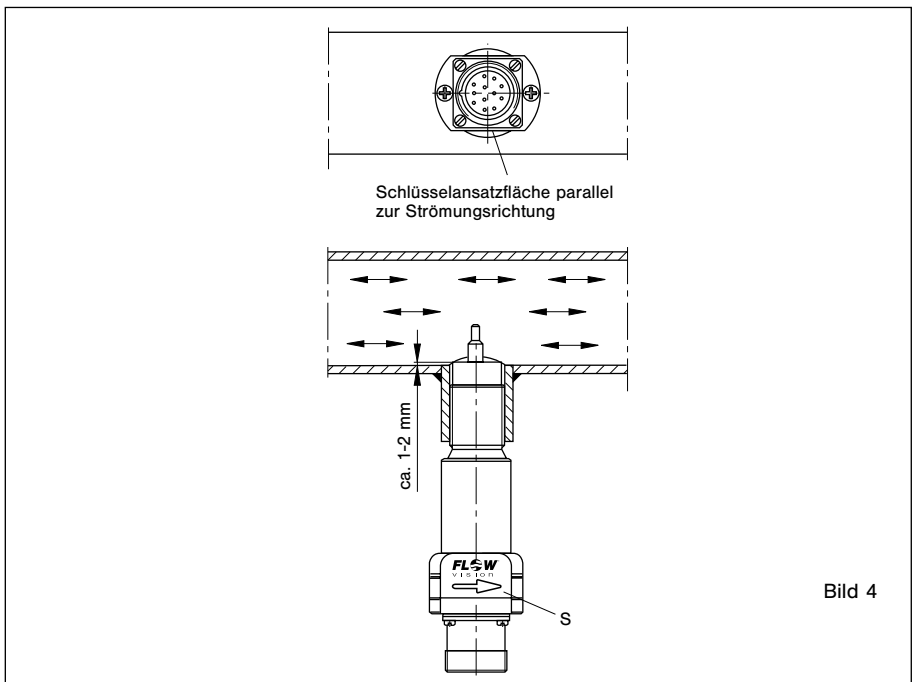


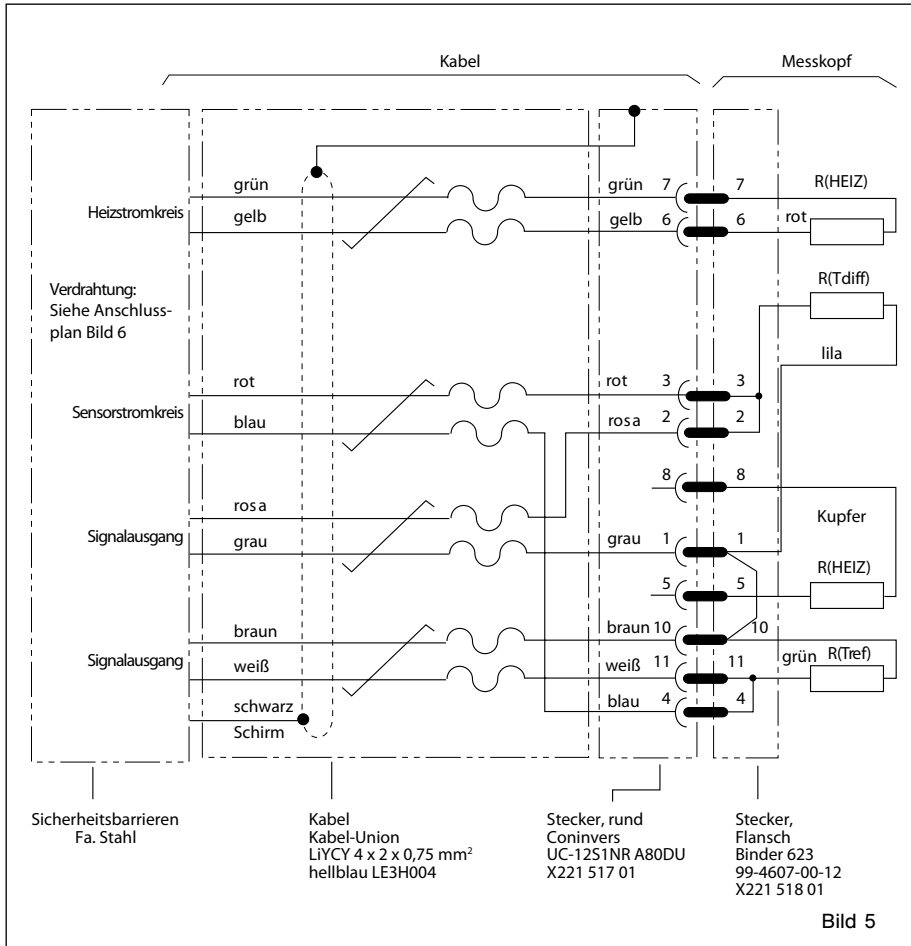
Bild 4

2.6.1.3 Elektrischer Anschluss

Der Messkopf CST-Ex wird als passiver Mehrpol vom Messkopfausgang des FC01-Ex über Sicherheitsbarrieren der Fa. Stahl, EG-Baumusterprüfbescheinigung Nr. PTB 01 ATEX 2053, eigen-sicher und erdfrei versorgt.

Der Anschluss erfolgt über eine Verbindungsleitung LiYCY 4 x 2 x 0,75 mm², Mantel hellblau, mit variabler Länge.

- Signalkabel (abgeschirmt, blau) entsprechend DIN EN 60079-14:2003, Abschnitt 12.2.2.3, verlegen (siehe auch Kap. 2.5).



- Potentialausgleich entlang des gesamten Leitungszuges des eigensicheren Stromkreises vom Messkopf bis zum Erdungssystem in der Nähe des Strömungsmessers verlegen.
Bei geschützter Verlegung ist ein Mindestquerschnitt von $1,5 \text{ mm}^2$, bei ungeschützter ein Mindestquerschnitt von 4 mm^2 erforderlich.
- Kabelstecker des Signalkabels an den Messkopf handfest anschrauben.

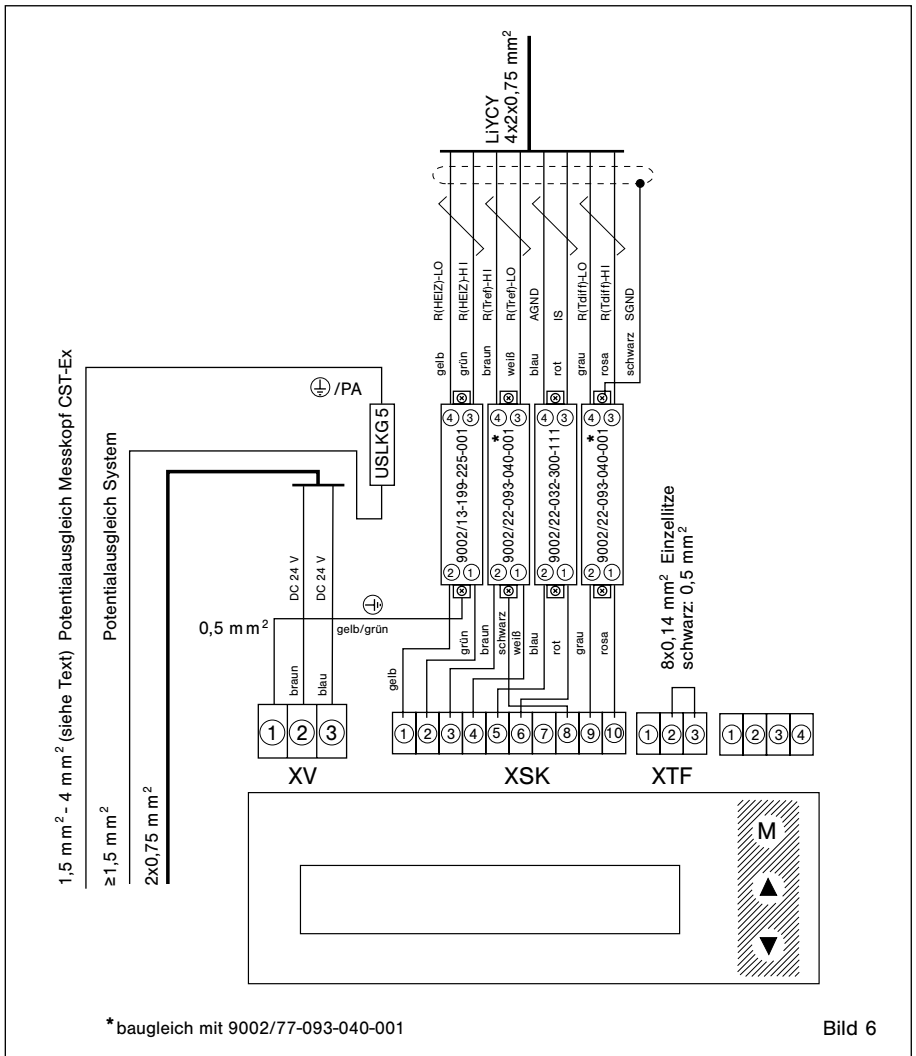
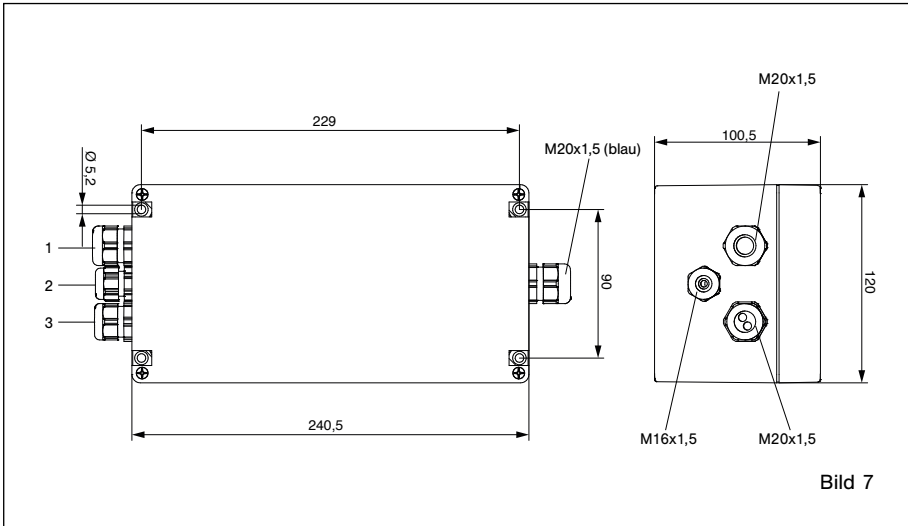


Bild 6

2.6.2 Installation - Elektronik FC01-Ex

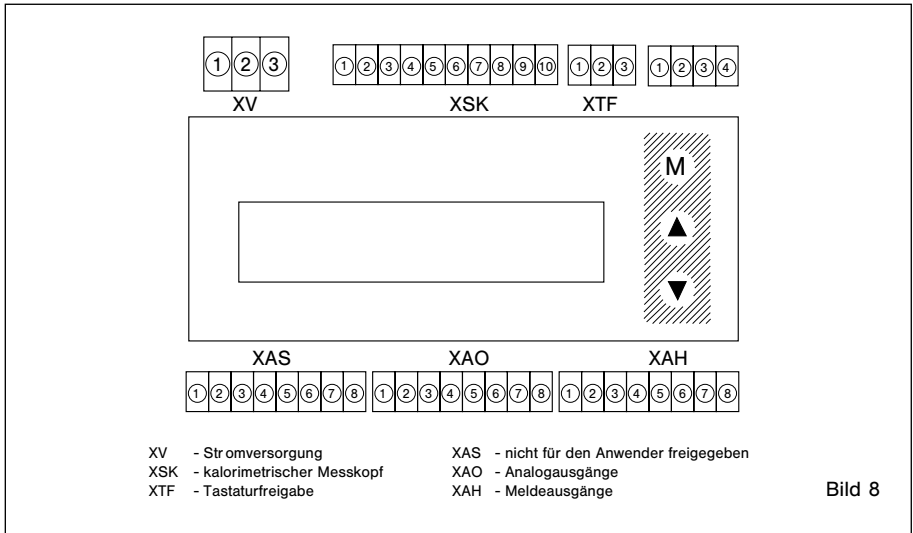
2.6.2.1 Mechanischer Einbau

- Das Elektronikgehäuse mit 4 Schrauben M4 an dem vorgesehenen Ort befestigen.
- Die Schutzart des Gehäuses entspricht IP54.



2.6.2.2 Elektrischer Anschluss

- FC01-Ex Potentialausgleichsleitungen ($\geq 1,5 \text{ mm}^2$), vom Messkopf kommend und zum Zentralerdung-System führend (Bild 6) durch die Kabelverschraubung 1 (Bild 7) führen und an Klemme USLKG5 anschließen.
- Messkopfkabel durch die blaue Verschraubung führen und entsprechend dem Anschlussplan FC01-Ex (Bild 6) an die Barrieren anschließen.
- Stromversorgung durch die Kabelverschraubung 2 und weitere gewünschte Anschlussleitungen durch die Verschraubung 3 (Bild 7) führen und an den Klemmen XV (siehe Anschlussplan FC01-Ex, Bild 6) anschließen.



XV - Anschlussstecker der Stromversorgung

Anschlussart:	Klemmsteckverbinder 3-polig; $A_{max} = 1,5 \text{ mm}^2$; empf. Kabel 3 x 0,75 mm ²	
Pin Nr.	Signalname	Funktion
1	SGND	allgemeiner Bezugsground/Schirmground
2	+U _v	positiver Pol der Versorgungsspannung
3	-U _v	negativer Pol der Versorgungsspannung

XTF - Tastaturfreigabe

Anschlussart: Klemmsteckverbinder 3-polig; werkseitig verdrahtet

XAO - Analogausgänge

Anschlussart: Klemmsteckverbinder 8-polig; $A_{max} = 1,5 \text{ mm}^2$;
empf. Kabel LiYCY 2 x 0,25 mm², Abisolierlänge 6,5 mm

Steckerbelegung für Analogausgänge V1, V2, C1

Pin Nr.	Signalname	Funktion
1	NC	keine
2	ANAO1	Analogausgang 1 - Strömung
3	ANA1GND	Bezugspotential für Analogausgang 1
4	SGNDA1	Schirm für Analogausgang 1 (erdfrei)
5	SGNDA2	Schirm für Analogausgang 2 (erdfrei)

6	ANA02	Analogausgang 2 - Temperatur
7	ANA2GND	Bezugspotential für Analogausgang 2
8	NC	keine

XAH - Grenzwertmeldeausgänge - Relaisausgänge - Wechsler

Anschlussart: Klemmsteckverbinder 8-polig; $A_{\max} = 1,5 \text{ mm}^2$;
 empf. Kabel LiYCY 3 x 0,38 mm², Abisolierlänge 6,5 mm

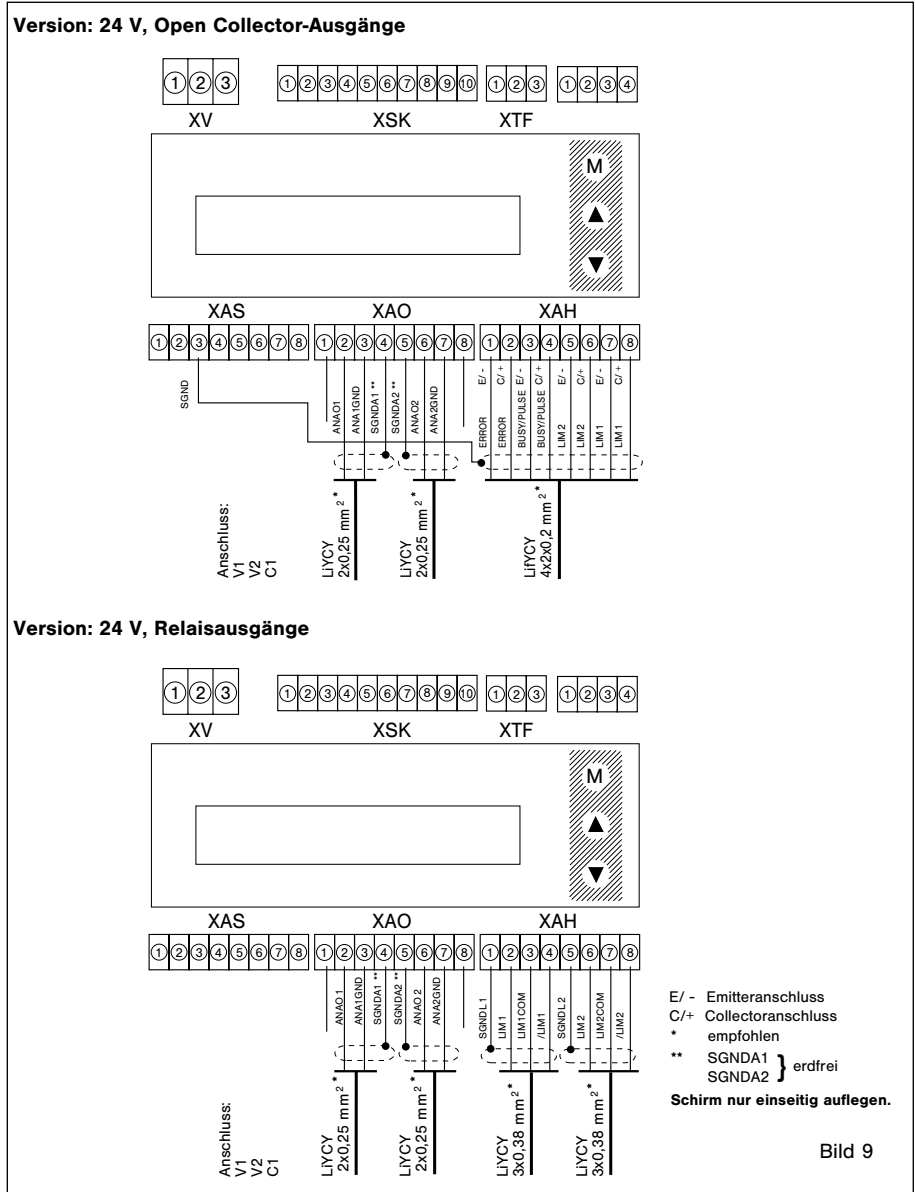
Pin Nr.	Signalname	Funktion
1	SGNDL1	Schirmground 1
2	LIM1	nicht invert. Meldeausgang 1 (Schließer)
3	LIM1COM	gemeinsamer Wechsleringang 1
4	/LIM1	invertierter Meldeausgang 1 (Öffner)
5	SGNDL2	Schirmground 2
6	LIM2	nicht invert. Meldeausgang 2 (Schließer)
7	LIM2COM	gemeinsamer Wechsleringang 2
8	/LIM2	invertierter Meldeausgang 2 (Öffner)

XAH - Meldeausgänge - Transistorausgänge (NPN, frei verdrahtbar)

Anschlussart: Klemmsteckverbinder 8-polig; $A_{\max} = 1,5 \text{ mm}^2$;
 empf. Kabel LiYCY 4 x 2 x 0,2 mm², Abisolierlänge 6,5 mm

Pin Nr.	Signalname	Funktion
1	/ERROR E	Fehlersammelmeldung - Emitteranschluss
2	/ERROR C	Fehlersammelmeldung - Collectoranschluss
3	/BUSY/PULSE E	Betriebsbereitmeldung oder Pulsausgang - Emitteranschluss
4	/BUSY/PULSE C	Betriebsbereitmeldung oder Pulsausgang - Collectoranschluss
5	LIM2 E	Grenzwert 2 - Emitteranschluss
6	LIM2 C	Grenzwert 2 - Collectoranschluss
7	LIM1 E	Grenzwert 1 - Emitteranschluss
8	LIM1 C	Grenzwert 1 - Collectoranschluss

2.6.2.2.1 Anschlussplan FC01-Ex



2.6.2.2.2 Elektrischer Anschluss - Pulsausgang (Ausbaustufe FC01-Ex-U1T4)

Der mengengewichtete Puls zum Betreiben eines Zählers oder einer übergeordneten Steuerung steht am Stecker **XAH** /BUSY E/- und /BUSY C/+ (Klemmen 3 und 4) zur Verfügung (siehe Bild 9 - Anschlussplan FC01-Ex - Open Collector-Ausgänge).

Der Signalground wird an Klemme 3 (BUSY E/-) und die treibende Last an Klemme 4 (BUSY C/+) angeschlossen.

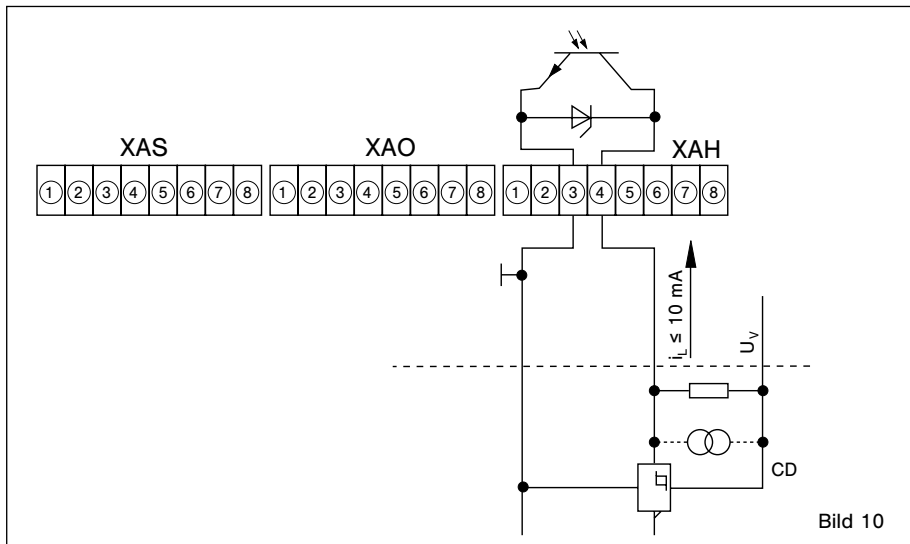
Der Querschnitt der Anschlussleitungen ist $\leq 1,5 \text{ mm}^2$ zu wählen.

Die Schirmleitungen können am Stecker **XAS** Pin 3 angeschlossen werden.

Elektronische Signalverarbeitung

Wird der FC01-Ex-Pulsausgang an einen elektronischen Zähler, Rechner oder eine SPS angeschlossen, sollte der Laststrom 10 mA nicht überschreiten, um den Low Pegel von 0,8 V sicherzustellen. Der max. zulässige Spannungspegel von 48 V ist in diesem Zusammenhang nicht von Bedeutung.

Schaltungsbeispiel 1



Der FC01-Ex-Treiberanschluss verfügt über eine integrierte Schutzschaltung, die beim Freischalten der Zählerantriebsspule die induktionsbedingten Überspannungen begrenzt und die gespeicherte Energie umsetzt.

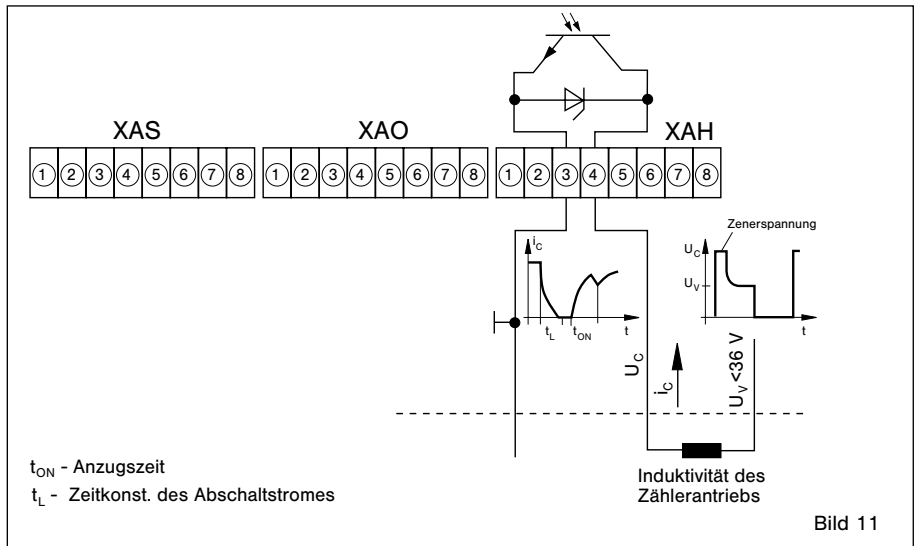
Der verwendete Zähler sollte eine Zählerfrequenz von $\geq 10 \text{ Hz}$ verarbeiten können.

Die Impulsdauer beträgt konstant 50 ms ($\pm 1\%$).

Es muss also sichergestellt sein, dass das Zählwerk in der verfügbaren Zeit um Eins erhöht werden kann.

Soll ein eigenes Entlastungsnetzwerk dem integrierten vorgezogen werden, ist (bei Verarbeitung der Maximalfrequenz von 10 Hz) darauf zu achten, dass die in der Antriebsspule gespeicherte Energie bis zum Wiedereinschalten des Zählausgangs abgebaut ist. Die dazu verbleibende Zeit sollte unter Berücksichtigung von Schaltzeiten und Pulsvariationen kleiner als 40 ms sein.

Schaltungsbeispiel 2



Anmerkung:

- Da im Einschaltmoment der Versorgungsspannung des FC01-Ex ein resetbedingter Impuls an den Ausgängen ausgegeben wird, ist darauf zu achten, dass die Versorgungsspannung für den Zähler zeitversetzt zugeschaltet oder der Zähler nach dem Einschalten der Versorgungsspannung auf Null zurückgesetzt wird.

2.7 Wartung

2.7.1 Messkopf CST-Ex

Der Messkopf CST-Ex ist wartungsfrei bei Medien, die sich nicht an den Messfühlern festsetzen.

Bei Ablagerungen an den Messfühlern sind diese, nach entsprechenden Erfahrungsintervallen, zu reinigen.

⚠ Hierbei sind mechanische Verletzungen der Messfühler unbedingt zu vermeiden, da der Explosionsschutz von der Unversehrtheit der Fühlermäntel abhängt.

2.7.2 Strömungsmesser FC01-Ex

Der Strömungsmesser FC01-Ex ist wartungsfrei. Softwaremäßig ist das Gerät mit umfangreichen Test- und Diagnosefunktionen ausgestattet, die im Kap. 7 beschrieben werden.

3 Normale Umgebung - Definitionen und Installationshinweise

3.1 Messverfahren

Das Messverfahren beruht auf einer thermischen Grundlage.

Ein Körper mit höherer Temperatur als seine Umgebung gibt an eine vorbeiströmende Masse Energie in Form von Wärme ab. Das Ausmaß der Energieabgabe ist durch die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ und durch die Größe des Massendurchflusses bestimmt.

Das Messverfahren des FC01-Ex beruht auf folgendem Prinzip:

Die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$ des Körpers zur Umgebung wird konstant gehalten. Aus der Messung der Heizleistung wird der Massendurchfluss bestimmt. Dieses Verfahren wird als CTD-(Constant-Temperature-Difference) Messverfahren bezeichnet.

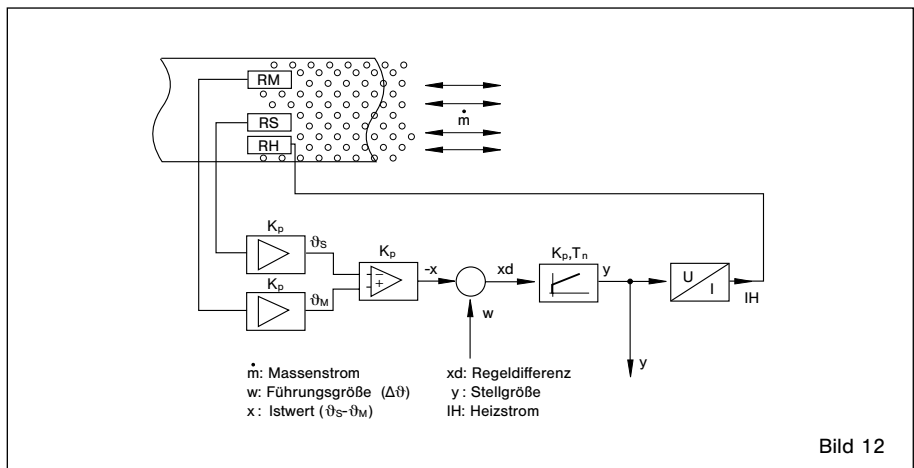
Das Bild 12 zeigt die schematische Darstellung eines Messkopfes mit dem CTD-Messverfahren.

Zwei temperaturempfindliche Widerstände (Sensorelemente) R_S und R_M werden vom Medium umströmt. Sensorelement R_M nimmt die Mediumstemperatur ϑ_M an, während das Element R_S vom Heizwiderstand R_H auf die Temperatur ϑ_S erhitzt wird. Die Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta = \vartheta_S - \vartheta_M$ wird in Abhängigkeit der Mediumsart einem CTD-Regler mit PI-Charakteristik als Führungsgröße vorgegeben und konstant gehalten. Die dazu erforderliche Heizleistung ist abhängig vom Massendurchfluss und somit kann die Stellgröße y des Reglers zur Auswertung herangezogen werden.

Das Messverfahren bietet folgende wichtige Systemvorteile:

- Schnelles Ansprechverhalten, besonders ein Strömungsabriss wird sehr schnell erkannt.
- Erfassung der Mediumstemperatur, somit wird eine optimale Temperaturkompensation möglich.
- Erhöhte Betriebssicherheit, eine Überhitzung des Sensors bei Strömungsausfall ist ausgeschlossen.

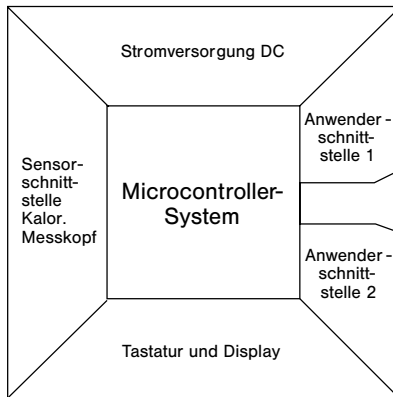
Aus dem Massendurchfluss wird die Strömungsgeschwindigkeit abgeleitet.



3.2 Systembeschreibung

Das System gliedert sich in folgende Hardwarefunktionsmodule auf:

Stromversorgung	DC Versorgung (Anschlussstecker XV)
Anwenderschnittstellen:	
Analogausgang	1 und 2 (Anschlussstecker XAO)
Meldeausgänge	2fach oder 4fach Melder (Anschlussstecker XAH)
Sensorinterface:	kalorimetrischer Messkopf (über Sicherheitsbarrieren)
Tastatur und Display:	Eingabetastatur LC-Anzeige
µ-Controllersystem:	Signalverarbeitung und Überwachung



Stromversorgung:	DC 19 ... 32 V
Tastatur/Display:	Folientastatur LC-Anzeige 2 x 16 Stellen
Anwenderschn. 1:	Relaisausgang: 2 Grenzwertmelder Transistorausgang: 2 Grenzwertmelder + 1 Fehlermeldung + 1 Busy- oder Mengenpulsausgang (Softwareauswahl)
Anwenderschn. 2:	Analogausgänge Strom oder Spannung
Controllersystem:	Signal-Processing I/O - Controlling Überwachung Parameterspeicher
Sensorschnittstelle:	Kalorimetrischer Messkopf

Bild 13

Die Stromversorgung ist galvanisch getrennt zwischen Versorgungseingangsspannung und Systemausgangsversorgungsspannung aufgebaut. Gleiches gilt für die Analogausgänge und die Meldeausgänge, die sowohl untereinander als auch gegenüber der restlichen Elektronik galvanisch getrennt sind. Die Meldeausgänge sind kanalweise getrennt aufgebaut und gegen die Zentralelektronik elektrisch isoliert.

Zwischen dem Messkopf und der Zentralelektronik liegt keine Potentialtrennung vor. Die Spannungsfestigkeit des Messkopfes ist dem FlowVision Elektronik Katalog zu entnehmen.

Der Anschluss der Messköpfe erfolgt über vorkonfektionierte Kabel.

Die Kabelarten und die Anschlussmöglichkeiten der Anwenderschnittstellen sind in Kapitel 2.6.2.2 und dem Anschlussplan 2.6.2.2.1 beschrieben.

Die Systemkonfigurierung und Parametrierung ist über die Tastatur möglich, sofern die **Defaultwerte** verändert werden müssen. (Kapitel 5.1.1 und 5.1.2)

Dies betrifft neben der Messkopfauswahl in erster Linie die Meldeausgänge (Festlegung der Schaltpunkte), sowie die Analogausgänge (Festlegung des Nullpunktes und der Skalierung).

3.2.1 Anwenderschnittstellen

Meldeausgänge:
(wahlweise)

1. R2 - Relaisausgänge (2 Grenzwerte)

Zweikanalig galvanisch getrennt, Relaiswechselkontakt

Die Kanäle sind per Programmierung den physikalischen Messgrößen Temperatur oder Strömung einzeln oder paarweise frei zuordenbar.

Die Ein- oder Ausschaltwerte können durch Programmierung für jeden Kontakt beliebig (innerhalb des Messbereiches MB) festgelegt werden.

Die elektrischen Anschlussdaten sind dem Kapitel 8.5.1 zu entnehmen.

2. T4 - Transistorausgänge (2 Grenzwerte + 2 Status oder 1 Status + 1 Mengenpulsausgang)

Vierkanalig galvanisch getrennt, Transistorausgang - Collector/Emitter (NPN) frei verschaltbar

Kanal 1: Fehlersammelmeldung

Kanal 2: Betriebsbereitmeldung oder Mengenpulsausgang

Kanal 3 und 4: Beide Kanäle sind per Programmierung den physikalischen Messgrößen Temperatur oder Strömung einzeln oder paarweise frei zuordenbar. Die Ein- oder Ausschaltwerte können für jeden Transistortreiber ausgang beliebig festgelegt werden.

Die elektrischen Anschlusswerte sind dem Kapitel 8.5.2 zu entnehmen.

Analogausgänge:

Zweikanalig galvanisch getrennt - Strom- oder Spannungsausgang

Aus der Bestellnummer geht hervor, ob es sich um einen Strom- oder Spannungsausgang handelt.

Ausgangsgrößen: 0/1 - 5 V FS (V1)

0/2 - 10 V FS (V2)

0/4 - 20 mA FS (C1)

Diese FS (full scale) Ausgangsgrößen gelten standardmäßig für beide Kanäle.

Eine 20%ige Nullpunktanhebung ist ebenso wie der FS-Wert programmierbar. (Siehe Kap. 5.1.1.12)

Die Schirmanschlüsse sind erdfrei.

Die Schirme der Signalkabel dürfen nur einseitig aufgelegt werden.

Stromversorgung:

DC-Versorgung mit galvanischer Trennung von Primär- und Sekundärseite.

Die Versorgung ist als Sperrwandler aufgebaut. Eine der Sekundärspannungen wird als Istwert geregelt. Die Stellgröße wird galvanisch getrennt dem Pulsweitenmodulator zugeführt.



Zur Begrenzung der Störabstrahlung auf der Anschlussleitung sind entsprechende Filter und Schaltungsdesignmaßnahmen durchgeführt.

Zur Absicherung gegen Überstrom wird ein Kaltleiterschutzelement eingesetzt. Nach Beseitigung des Störfalls schaltet das Element selbsttätig wieder zu.

Die technischen Kenndaten sind dem Kapitel 8.2.1 zu entnehmen.

3.3 Anwenderkalibrierung

Die FC01-Ex Funktionen sind reine Softwarefunktionen und tangieren die FC01-Ex-Hardware in keiner Weise.

Prinzipiell arbeitet das System so, dass über den Abgleich (siehe Abgleichmenü) jeweils einer Stellgröße des Temperaturdifferenzreglers, sie entspricht einer Heizleistung, ein Strömungskennwert zugeordnet wird.

Über den Strömungskennwertbereich (Abgleichbereich) können bis zu 20 Stützpunkte gelegt werden.

Die Verteilung der Stützpunkte wird vom Kunden festgelegt. Sie bestimmt die Auflösung und Genauigkeit in bestimmten Bereichen der Strömungskennlinie. Zwischen den Abgleichpunkten wird die Kennlinie linear interpoliert. Über den max. Strömungswert hinaus wird per Extrapolation der Messbereich um 10% des obersten Abgleichpunktes erweitert.

Der unterste Abgleichpunkt kann beliebig zwischen dem Kennliniennullpunkt und dem vorletzten Abgleichpunkt gesetzt werden. Wird der Abgleichpunkt oberhalb des Nullpunktes gewählt, so erfolgt eine Kennlinienextrapolation um 10% des Messbereiches unterhalb des Abgleichpunktes oder bis zum Nullpunkt. Die Grenzwerte und der Analogausgang können innerhalb dieser Grenzen gesetzt bzw. skaliert werden.

3.3.1 Möglichkeiten und Vorteile der Anwenderkalibrierung

Mit Hilfe des kundenspezifischen Abgleichs wird es möglich, fluid- oder anlagenspezifische Anomalien bei der Erfassung von Strömungen zu berücksichtigen und aufgrund der hohen Reproduzierbarkeit unseres Messverfahrens mit hoher Genauigkeit einen Strömungsverlauf darzustellen.

Dies bedingt jedoch stets eine übergeordnete Messeinheit oder Bezugsgröße, auf die hin der Abgleich erfolgt. Die Kennlinie kann individuell für jeden Einsatz ermittelt, oder von Gerät zu Gerät (verminderte Genauigkeit) übertragen werden.

Anmerkung:

- Es ist stets ein Referenzmessgerät notwendig.
- Outhouse Abgleich** - berücksichtigt **Medium und Strömungsverhältnisse** vor Ort
Referenzmessgerät erforderlich
- Inhouse-Abgleich** - **Abgleich in Messstrecken** (integriertes System)
Abgleich diverser Medien: Wasser, diverse Öle, Luft

3.3.2 Berücksichtigung besonderer Strömungs- und Einbauverhältnisse

Das Messsystem setzt in der Regel definierte Strömungsverhältnisse voraus, um mit unseren Standardkennlinien eine Strömungskenngröße zu ermitteln.

Dies bedingt bestimmte mechanische Abmessungen in den Rohrsystemen, wie Einlauf- und Auslaufstrecken, eine bestimmte Einbaulage des Messkopfes wie die Einbautiefe, und Einschränkungen bei vorliegenden Drallströmungen und asymmetrischen Strömungsverhältnissen.

In kompakten Anlagen ist es oft schwierig, diese Vorbedingungen einzuhalten, bzw. die Auswirkungen ihrer teilweisen Nichteinhaltung (fehlender Gleichrichter) abzuschätzen.

Mit Hilfe der Ex-Version ist es möglich, diese unangenehmen Effekte ganz oder teilweise zu eliminieren, sprich mit einzueichen.

3.3.3 Erzielung höherer Genauigkeiten

Aufgrund der Physik und der Messkopfcharakteristik ergeben sich bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten kaum noch nennenswerte Stellgrößenänderungen, jedoch ein annähernd linearer Verlauf, hingegen bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten ein großer Signalhub, behaftet mit einer großen Nichtlinearität. Setzt man die Interpolationsabstände entsprechend eng, so kann man den Fehler über weite Strecken des Messbereiches kleiner als 1% halten.

Eine weitere Einflussgröße ist die gewählte Temperaturdifferenz. (Siehe Kapitel 4.2.1)

3.3.4 Optimierung auf erforderlichen Messbereichumfang

Durch die freie Wahl der Verteilung der Abgleichpunkte auf der Kennlinie (die Reihenfolge ist festgelegt), in Verbindung mit entsprechender Auswahl der Fühlerübertemperatur, kann man den für die Anwendung wichtigen Teil der Kennlinie besonders hoch auflösen.

Anmerkung:

- Die Dichte der Abgleichpunkte bestimmt die Genauigkeit (siehe Kap. 9 - Beispiele).

3.3.5 Punktgenauer Abgleich (selektive Genauigkeit)

Sind ein oder mehrere Strömungswerte (z. B. Strömungsgrenzwerte, Kühlleistungsgrenzwert, etc.) für die Anlage besonders wichtig, so kann durch Belegen dieser Werte mit jeweils einem Abgleichpunkt eine hohe Zuverlässigkeit und Genauigkeit in der Einhaltung der Überwachungskriterien erreicht werden.

3.3.6. Reproduktion genauer Messmittel

Mit Hilfe der Ex-Version des FC01 lassen sich teure Messgeräte in ihrer Kennlinie reproduzieren. Das teure Messmittel muss, wenn überhaupt, nur einmal angeschafft werden.

3.3.7 Verwendung von Standardmessköpfen

(gasförmige und flüssige Medien getrennt)

Beim FC01-Ex ist die beliebige Austauschbarkeit der Messköpfe nicht gegeben. Dies bedeutet, dass im Fehlerfall **die komplette Paarung Messkopf/Elektronik** ausgetauscht werden muss.

4 Technische Umsetzung der Anwenderkalibrierung

Eine Neukurve kann mit Hilfe des FC01-Ex streckenabhängig ermittelt oder als theoretische Kurve eingegeben und gespeichert werden.

4.1 Berechnungsverfahren

Zwischen den Stützpunkten wird linear interpoliert. Dies gilt sowohl für die Geschwindigkeitswerte, als auch für die zuzuordnenden Stellgrößen, d. h. für die geschwindigkeitsabhängige Heizleistung zur Aufrechterhaltung der konstanten Temperaturdifferenz zwischen Medium und dem beheizten Fühler.

Über den obersten und untersten Stützpunkt hinaus wird um jeweils 10% des zugehörigen Messbereichsendwertes extrapoliert. Aufgrund fehlender Richtungssensitivität ist der kleinste darstellbare Strömungswert Null.

Die max. Zahl der Stützpunkte beträgt 20, die minimale 2.

Der höchste Stützpunkt ist jeweils der größten Geschwindigkeit zugeordnet, mit fallender Stützpunktkennzahl wird die zuordenbare Geschwindigkeit kleiner.

Definition:

V_n (dem Stützpunkt n zugeordnete Geschwindigkeit)

$n = 2 \dots 20$ (Kennzahl der Stützpunkte)

Bedingung für die Abgleichpunkte:

$$V_n < V_{(n+1)} \dots \geq 0$$

4.2 Abgleichverfahren

4.2.1 Auswahl der Temperaturdifferenz (CTD-Wert)

Es ist möglich, innerhalb der Temperaturlimits von 3,0 °C und 15 °C eine beliebige Temperaturdifferenzsollwertvorgabe zu wählen. Als einschränkende Bedingung gilt, 90% I_{\max} dieser Stromheizleistung darf zur Darstellung der Temperaturdifferenz bei maximaler Strömungsgeschwindigkeit nicht überschritten werden. ($90\% I_{\max} \triangleq Y = 36864$ Digits)

Wird beim Abgleich diese Grenzbedingung nicht eingehalten, erfolgt eine Fehlermeldung (Error 30)

Der Anwender muss dann eine kleinere Temperaturdifferenz vorwählen.

Da sich die unterschiedlichen Medien in ihrer Wärmetransportkapazität (spez. Wärme) und Dichte unterscheiden, ist die Auswahl des CTD-Wertes auch von dem zu vermessenden Medium abhängig.

Aus der nachfolgenden Tabelle und der Zuordnungsgrafik können orientierende Werte entnommen werden.

Klasse 1: Gase

Klasse 2: Granulate, Stäube und sonstige mit Feststoffanteilen durchsetzte Stoffgemische

Klasse 3: Wasser und wasserähnliche Stoffe, Öle und andere homogene Flüssigkeiten und Flüssigkeitsgemische.

Anmerkung:

- Das Messverfahren erfordert eine gleichmäßige Stoffverteilung/Durchmischung. Phasenfolgen sind nur von übergeordneten Systemen detektierbar.

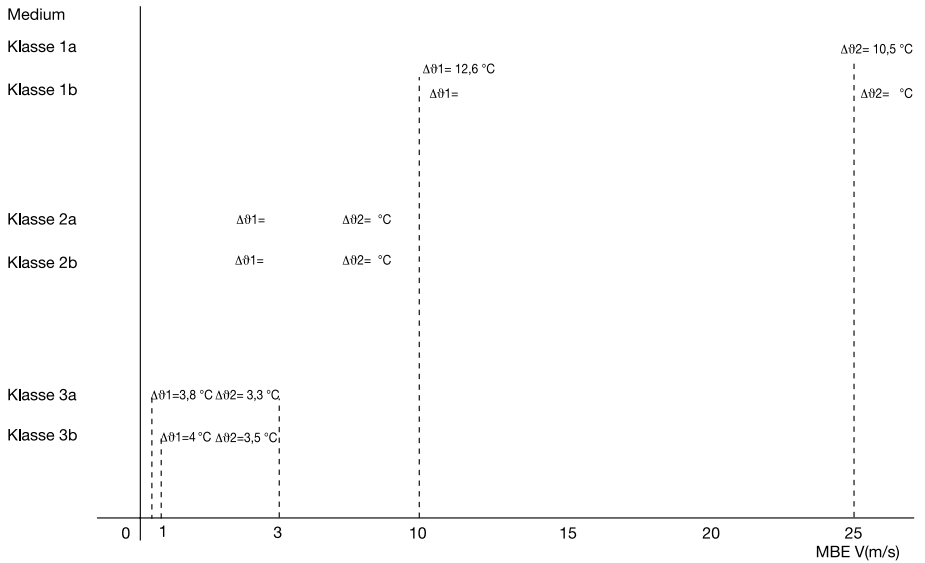
Die Korngrößen von Stoffen der Klasse 2 dürfen 2 mm nicht überschreiten.

Medium:	Med
Strömungsgeschwindigkeit:	V
Temperaturdifferenz:	$\Delta\vartheta$
Masse:	m
spez. Wärme:	c
Dichte:	φ

Zuordnungstabelle - Medium / Strömungsgeschwindigkeit / Temperaturdifferenz

Klasse/Medium	Chem. Zeichen	V [m/s]	$\Delta\vartheta$ [°C]	φ [g/dm ³] 0 °C, 1 bar	c [cal/g °C] 20 °C, 1 bar
Klasse 1					
a: Luft		25	10,5	1,293	0,24
Sauerstoff	O2	25	10,5	1,429	0,219
Stickstoff	N2	25	10,5	1,25	0,249
Nitro Oxide	NO	25	10,5	1,34	0,237
Carbonmonoxide	CO	25	10,5	1,25	0,249
Deuterium		25	10,5	0,1798	1,731
Fluorine	F2	25	10,5	1,696	0,197
Hydrogen	H2	25	10,5	0,08991	3,42
Hydrogenbrom	HBr	25	10,5	3,646	0,086
Hydrogenchlor	HCl	25	10,5	1,639	0,191
Hydrogenfluoride	HF	25	10,5	0,8926	0,348
Hydrogeniodide	HI	25	10,5	5,799	0,054
Klasse 2: Derzeit liegen noch keine Erkenntnisse auf diesem Gebiet vor, der Einsatz ist jedoch prinzipiell möglich.					
Klasse 3					
a: Leitungswasser		3	3,3	1	1
Reinstwasser		3	3,3	1	1
Meerwasser		3	3,3	1,03	1
b: Wasser/Glykol (1:1 ... 2,5:1)		3	3,5		

Zuordnungsgrafik - Medium / Strömungsgeschwindigkeit / Temperaturdifferenz



4.2.2 Stützpunktauswahl - Anzahl und Lage

Die Zahl der Stützpunkte kann zwischen 2 und 20 betragen.

Die Stützpunkte werden beim Abgleich von „oben nach unten“ angefahren. Dies gewährleistet, dass der Anwender beim Abgleich die noch verfügbare Anzahl der Stützpunkte an der angezeigten Stützpunktnummer erkennt.

Eine sinnvolle Verteilung auf der Kennlinie hängt von der gewünschten Genauigkeit, dem geforderten Messbereich, oder Stetigkeitskriterien wie Differenzierkriterien ab. Diese Probleme werden im Kap. 9 - Beispiele behandelt.

Generell gilt, dass im oberen Kennlinienbereich, wegen der Abflachung der Kennlinie, bei geforderter Auflösung, weniger Stützpunkte gesetzt werden müssen als im unteren Bereich (siehe Kap. 9).

Je nach Medium und Messbereich, lassen sich unterschiedliche Verfahren zur Stützpunktauswahl heranziehen.

Im FC01-Ex ist eine lineare Vorbelegung der Stützpunkte integriert. Mit diesem Verfahren lassen sich über den gesamten Geschwindigkeitsbereich (bei Wasser 5 m/s bei Luft 25 m/s), bei entsprechender Stützpunktzahl, bereits gute Ergebnisse erzielen.

Mit folgenden Formeln lässt sich eine Stützpunktverteilung errechnen, die gegenüber der linearen Verteilung den Messfehler erheblich reduziert (siehe 9.2 - Beispiel 2).

$$MB = ME - MA$$

$$AB = MA + (MB \times (1 - e^{-((SP-1) \times g/SG)}))$$

$$g = 2,5 \times (SP - 1)/SG$$

AB -	Abgleichpunkt [m/s]	SP -	Stützpunkt Nr. SP = 1 ... SG
MA -	Messbereichsanfang [m/s]	SG -	Stützpunktgesamtzahl
ME -	Messbereichsendwert [m/s]	g -	Verteilungskoeffizient
MB -	Messbereich [m/s]		

4.2.3 MAX-MIN Abgleichverfahren

Das MAX-MIN Abgleichverfahren wurde deshalb gewählt, weil bereits nach dem ersten Abgleichschritt (max. Strömungsgeschwindigkeit) der kritische Parameter der max. Heizleistung im Rechnerhintergrund ermittelt wird.

Wurde eine zu große Temperaturdifferenz gewählt, die der Heizungsregler nicht mehr darstellen kann, wird dies über die Error 30 Meldung im Display angezeigt. Es besteht unmittelbar die Möglichkeit zur Reduzierung der Temperaturdifferenz auf einen Wert, den der Regler darstellen kann (siehe Pkt. 4.2.1 - Auswahl der Temperaturdifferenz).

Die Darstellbarkeit der Strömungskennlinie wird somit bereits am Anfang der Kennlinienaufnahme überprüft und gewährleistet. Es wird vermieden, dass eine Kennlinie verworfen werden muss, da ihre letzten oder der letzte Abgleichpunkt nicht mehr darstellbar wäre.

4.2.4 Nullpunkt, Richtungsdiskriminierung und oberer Kennlinienwert

Der Kennliniennullpunkt und der Strömungsnulppunkt müssen nicht identisch sein. Liegt der Kennliniennullpunkt - unterster Abgleichpunkt - oberhalb des Strömungsnulppunktes, so wird die Kennlinie um 10% MBE linear nach unten extrapoliert, so dass ein erweiterter Funktionsbereich für den FC01-Ex entsteht.

Die Extrapolierung erfolgt aber nur bis zum theoretischen Nullpunkt, da das Messsystem nicht richtungsselektiv arbeitet.

Sind Strömungsnulppunkt und Kennliniennullpunkt identisch, so sollte die zu Null ermittelte Stellgröße um 300 bis 400 Digits erhöht werden, um die konvektionsbedingte Schwankung des Nullpunktes zu unterdrücken.

Wie nach unten, so wird der FC01-Ex Funktionsbereich auch über den oberen Abgleichpunkt hinaus um 10% MBE extrapoliert. So werden Fehlermeldungen beim geringfügigen Überschreiten der Abgleichbereichsendwerte vermieden. Der so erweiterte Kennlinienbereich steht auch im vollen Umfang bei der Festlegung des Analogausganges, der Grenzwerte, sowie des Bargraphs zur Verfügung.

4.2.5 Neukurve / Altkurve

4.2.5.1 Neukurve

Um den Abgleich bzw. die Handeingabe einer neuen Kurve zu erleichtern und somit zu beschleunigen, sind folgende Automatismen eingebaut.

1. Vorladen der Nullpunktstellgröße

Aufgrund parasitärer Wärmeübergänge wird ein großer Teil der Heizleistung (ca. 50%) nicht über das Medium, sondern über das Gehäuse und die elektrischen Anschlussdrähte transportiert. Die Stellgröße Heizleistung liegt bei Strömung „Null“ bereits bei einem Wert größer als 25.000 Digits.* Durch Vorladen des Einstellwertes für den unteren Abgleichpunkt mit diesem Wert erübrigt sich das Durchfahren eines weiten Einstellbereichs, man spart Zeit.

* Bei entsprechender Wahl der Temperaturdifferenz (vorgeschlagene Werte siehe Kap. 4.2.1).

2. Lineares Vorladen der Zwischenwerte für Geschwindigkeit und Stellgröße

Der zwischen dem zuletzt gefahrenen und festgelegten Abgleichpunkt und dem Nullpunkt verbliebene Abgleichbereich wird linear unter den verbliebenen Abgleichpunkten aufgeteilt. Dies betrifft sowohl die Geschwindigkeitsgrößen als auch die Stellgrößen. Somit ist in der Regel gewährleistet, dass nur noch ein kleiner Einstellbereich durchfahren werden muss. (Voraussetzung - Punkt 1 ist erfüllt.)

In dieser Betriebsart - Neukurve - würde eine bereits existierende Kurve „Altkurve“ gelöscht. Wird die Neukurve komplett von Hand eingegeben, muss beim Verlassen des Menüs noch die TK-Referenztemperatur eingegeben werden. (siehe 5.1.1.4.7)

Die TK-Referenztemperatur ist die Temperatur des Mediums, bei der die Kurve unter Betriebs-temperaturbedingungen ermittelt wurde.

Werden für den Abgleich einer Neukurve Temperaturdifferenzen gewählt, die wesentlich kleiner als die empfohlenen Werte sind, so rutscht der Nullpunkt der Kennlinie zu kleineren Y-Werten hin. Dann kann es vorkommen, dass der erste Abgleichwert unterhalb oder auf dem Nullpunktvorladewert liegt. In diesem Fall sorgt die Software dafür, dass die Ausgangswerte für die weiteren Stellgrößen jeweils unterhalb des ermittelten Vorgängerwertes liegen.


4.2.5.2 Altkurve

In dieser Betriebsart können Korrekturen an jedem einzelnen Abgleichpunkt vorgenommen werden, ohne den Bestand der restlichen Altdaten zu gefährden.

Die Änderungen werden durch die allgemeinen Abgleichbedingungen begrenzt.

Dies bedeutet, dass die einem Abgleichpunkt zugeordneten Werte nie größer als die dem darüber liegenden, bzw. nie kleiner als die dem darunter liegenden Abgleichpunkt zugeordneten Größen, werden können.

Achtung!

 Die Änderung/Erweiterung einer Altkurve darf nur unter Beibehaltung der Temperaturdifferenz erfolgen.

4.2.6 Übernahme der C- und T-Werte - Neuermittlung des T-Wertes

Da die eingesetzten Messköpfe werksmäßig nur in Luft oder Wasser vermessen sind, gelten deren C- und T-Werte zunächst auch nur für diese Medien.

Beim Einsatz in luftähnlichen Gasen oder Gasgemischen (siehe Tabelle Seite 26) können diese Werte übernommen werden. Gleiches gilt für Wassermessköpfe.

Hierbei müssen die für die ermittelten Werte zugrundeliegenden Temperaturdifferenzen (Wasser 3,3 °C, Luft 10,5 °C) bei der Aufnahme der Kennlinie eingestellt werden.

Folgende Mediumskenngrößen sollten jedoch annähernd übereinstimmen:

- a. Dichte φ
- b. spez. Wärme c

Beim Einsatz in anderen Medien kann der C-Wert trotzdem übernommen werden, der T-Wert sollte dann jedoch gesondert ermittelt werden und zur Aufnahme der Neukurve auf T = 50 eingestellt werden.

4.2.6.1 Allgemeines zur Ermittlung des T-Wertes

Der T-Wert sollte bei einer Geschwindigkeit, die im oberen Drittel des Abgleichbereiches liegt, ermittelt werden.

Bei der Aufnahme der Kennlinie sollte die Temperatur und die Stellgröße bei einem im oberen Drittel der Kennlinie (70 - 80% V_{max}) liegenden Stützpunkt notiert werden.

$T_1 = \dots, \dots \text{ °C}$	Mediumstemperatur bei Aufnahme der Neukurve
$Y_{T_1} = \dots \text{ Digits}$	Stellgröße
$V_{T_1} = \dots \text{ m/s}$	Strömungsgeschwindigkeit bei Temperatur T1

Bei gleicher Strömungsgeschwindigkeit $V_{T_2} = V_{T_1}$ jedoch, im Idealfall der höchsten Mediumsbetriebstemperatur, wird nun die Stellgröße Y_{T_2} ermittelt.

Bedingungen:	$V_{T_1} = V_{T_2}$
	$T_2 > T_1$

Folgende Größen werden festgehalten:

$T_2 = \dots, \dots \text{ °C}$	obere Mediumsabgleichtemperatur
$Y_{T_2} = \dots \text{ Digits}$	Stellgröße bei T2

Der T-Wert errechnet sich wie folgt:

$$T = 50 + (Y_{T2} - Y_{T1}) / (T2 - T1)$$

Der so ermittelte T-Wert wird im Konfigurationsmenü unter SENSOR SELECT - TYPE CALORIM - CODE T... abgelegt.

4.2.6.2 Ermittlung eines neuen T-Wertes

Zunächst wird eine **Neukurve** aufgenommen.

Hierbei muss der **T-Wert** im SENSOR SELECT-Auswahlmenü auf den Wert **T = 50** eingestellt werden.

Der **C-Wert** des Messkopfes kann bei einem Wasser- oder Luftmesskopf (siehe Kapiteleinleitung) bei ähnlichen Medien übernommen werden. Ist das Medium diesen Stoffgruppen aufgrund seiner Mediumskenngrößen nicht zuordenbar, so sollte der Grundwert **C1000** eingestellt werden.

Nach dem Einstellen der **C-** und **T-Werte** legt man im CUSTOMER TRIM-Menü die Anzahl der Stützpunkte und die Temperaturdifferenz fest.

Die Aufnahme der Neukurve erfolgt wie beschrieben unter konstanten Temperaturbedingungen (T_1 , Y_{T1} , V_{T1} notieren wie beschrieben).

Nachdem die Neukurve aufgenommen und dauerhaft abgespeichert ist, erwärmt man das Medium auf die Abgleichtemperatur T_2 .

Man geht erneut ins CUSTOMER TRIM-Menü und wählt die Möglichkeit **Altkurve** aus.

Man fährt den Stützpunkt an, dessen Stellgröße man bei der Temperatur T_2 bei der gleichen Geschwindigkeit wie bei Aufnahme der Neukurve ermitteln möchte.

Man vergleicht folgende Werte von der Anzeige:

TRIM POINT ...

$V =$ m/s

$Y = (Y_{T1})$ mit den notierten Werten.

Diese Werte sind noch der Altkurve, die unter der Temperatur T_1 aufgenommen wurde, zuzuordnen.

Danach stellt man die Geschwindigkeit **V** bei der erhöhten Temperatur T_2 ein.

Man aktiviert die automatische Stellgrößenermittlung unter dem Menüpunkt **TRIM ACTIVE**.

Nachdem der FC01-Ex den neuen Y-Wert ermittelt hat, wird dieser angezeigt.

Dieser Y-Wert (Y_{T2}) wird notiert, da er zur späteren Berechnung des T-Wertes dient.

Vor dem Verlassen des Abgleichmenüs wird noch die Temperatur T_2 (bitte notieren) angezeigt, die ebenfalls in die Berechnung eingeht.

Das Menü wird nun verlassen, ohne die Daten abzuspeichern. (▲ UP oder ▼ DOWN Taste)

Dadurch wird das Überschreiben der Altkurve verhindert.

Der neue **T-Wert** wird durch Einsetzen der ermittelten Werte für Y_{T1} , T_1 , Y_{T2} , T_2 in die Formel errechnet.

Der neue T-Wert muss nun im Konfigurationsmenü unter SENSOR SELECT eingestellt werden.

4.2.7 Kennlinienerweiterung

Die Kennlinie kann jederzeit nach oben erweitert werden, wenn die Temperaturdifferenz so gewählt wurde, dass ausreichend Leistungsreserven vorhanden sind, was in der Regel aufgrund des flachen Verlaufs der Kennlinie bei höheren Geschwindigkeiten gegeben ist.

Anmerkung:

- Bei der Aufnahme einer Kennlinie, deren spätere Erweiterung geplant ist, sollte man eine entsprechende Reserve (Auswahl der Temperaturdifferenz 4.2.1) der Heizleistung berücksichtigen.

Die Erweiterung kann per Handeingabe der zuzuordnenden Größen Y und V , oder im TRIM ACTIVE bei Vorgabe einer Strömungsgeschwindigkeit erfolgen.

Anmerkung:

- Das Einfügen neuer Stützpunkte in eine bestehende Kennlinie ist nicht möglich!

5 Inbetriebnahme

5.1 Bediensystematik

Um verschiedene Mess-, Überwachungs- und Anzeigeaufgaben optimal zu lösen, kann der FC01-Ex vom Anwender konfiguriert und parametrierbar werden.

Dadurch wird das Gerät äußerst flexibel und lässt sich an eine große Anzahl unterschiedlichster Applikationen anpassen.

Der Bediener wird über Klartext im Display durch Menüs geführt, in denen er die gewünschten Funktionen eingeben bzw. auswählen kann.

Sämtliche Funktionen sind auf die drei folgenden Menüebenen aufgeteilt:

Eine Übersicht aller verfügbaren Funktionen befindet sich im Anhang 5.

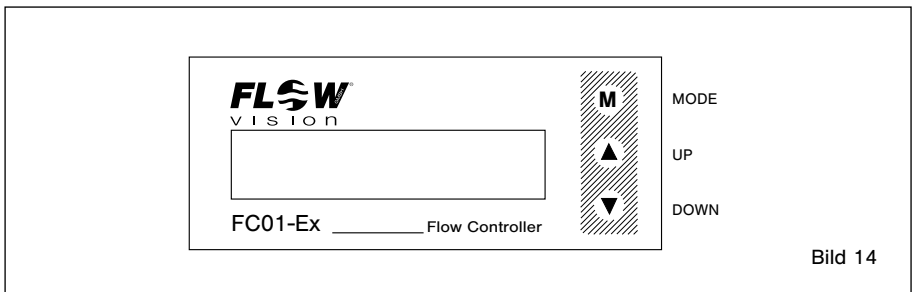
HAUPTBENE (-MENÜ)

KONFIGURATIONSEBENE (-MENÜ)

PARAMETRIERUNGSEBENE (-MENÜ)

Bedienelemente

Die komplette Einstellung und Konfiguration wird mit den drei Fronttasten **M** MODE, **▲** UP sowie **▼** DOWN durchgeführt.



Achtung!

⚠ Die Bedienung bzw. Einstellung des FC01-Ex ist nur möglich, wenn der Stecker XTF (Tastaturfreigabe) nicht gesteckt ist!

Blättern innerhalb eines Menüs

Durch Drücken der oberen Taste **M** MODE wird der nächste Punkt innerhalb eines Menüs angewählt, d.h. wird in einem Auswahlmnü vorwärts geblättert.

Ist der letzte Menüpunkt erreicht, bewirkt ein erneuter Druck der Taste **M** MODE einen Sprung zurück auf den ersten Auswahlpunkt des entsprechenden Menüs.

Aufruf eines Menüpunktes

Gleichzeitiges Drücken der Tasten **▲** UP und **▼** DOWN bewirkt einen Aufruf des gewählten Menüpunktes, bzw. es erfolgt ein Sprung in das angewählte Untermenü.

Eingabe von Zahlen

Einige Menüpunkte verlangen die Eingabe von numerischen Werten.

Ist der entsprechende Menüpunkt ausgewählt, kann mittels der Tasten **▲** UP und **▼** DOWN der angezeigte Wert verändert werden.

Jeder Tastendruck auf **▲** UP erhöht, jeder Tastendruck auf **▼** DOWN senkt den Wert in der Anzeige. Je länger Taste **▲** UP oder **▼** DOWN gedrückt gehalten werden, desto schneller wird der gewählte Wert erhöht oder gesenkt.

Übernahme von Eingaben

Mit einem Tastendruck auf **M** MODE wird der eingestellte Wert oder der ausgewählte Menüpunkt in einen flüchtigen Speicher übernommen. Eine dauerhafte Übernahme der Einstellungen und Werte erfolgt erst beim Verlassen des Menüs, nachdem die Plausibilität aller Eingaben überprüft wurde.

Danach stehen die Daten auch nach wiederholtem Aus-/Einschalten des FC01-Ex zur Verfügung.

Löschen von Daten

Durch gleichzeitiges Drücken der Tasten **▲** UP und **▼** DOWN werden ausgewählte Daten (wie z.B. MIN- und MAX-Werte) gelöscht oder rückgesetzt.

5.1.1 Konfigurieren

Das Menü CONFIGURATION dient dazu, den FC01-Ex speziell an seinen Einsatzbereich (Anlagengegebenheiten) anzupassen.

Während der Konfiguration ist kein Messbetrieb möglich (siehe Anhang 1).

Folgende Konfigurationsmöglichkeiten sind vorhanden:

5.1.1.1 Messwertaufnehmer-Auswahl (Menüpunkt: SENSOR SELECT)

Unter diesem Punkt befindet sich ein kalorimetrischer Messwertaufnehmer.

Eine genauere Spezifikation des Messwertaufnehmers ist nicht notwendig.

5.1.1.2 Messkopfdaten (Menüpunkt: SENSOR CODE)

Zum Betrieb des FC01-Ex ist die Einstellung fühlerspezifischer Kenngrößen nötig.

Diese Kenngrößen beschreibt der Sensorcode. Er ist wie die Typenbezeichnung des Messkopfes auf dem Messkopfgehäuse aufgebracht.

Die Einstellung erfolgt menügeführt, in zwei Schritten:

1. Einstellung der C-Kenngröße C-Einstellbereich: 700 ... 1300
2. Einstellung der T-Kenngröße T-Einstellbereich: 01 ... 99

5.1.1.3 Mediumauswahl (Menüpunkt: MEDIUM SELECT)

Hier wird das Medium ausgewählt, in welchem der Strömungsmesser eingesetzt wird.

Folgende Medienarten sind in dem Auswahlmenü aufrufbar:

- * GAS
- * FLUID

5.1.1.4 Kundenspezifischer Abgleich (Menüpunkt: CUSTOMER TRIM)

5.1.1.4.1 Zugang zum Menü CUSTOMER TRIM

Der Zugang zum Abgleichmenü ist nach Beantwortung der Frage **CUSTOMER TRIM?** mit **yes**, sowie der Eingabe einer fest hinterlegten dreistelligen Kennzahl **ACCES CODE** möglich.

Hinweis:

Einzugebende Kennzahl **ACCES CODE** → **987**

Bei fehlerhafter Eingabe der Kennzahl erfolgt ein Sprung zum nächsten Punkt des Konfigurationsmenüs. Ein erneuter Zugangsversuch zum kundenspezifischen Abgleich kann erst nach Durchlaufen des Konfigurationsmenüs gestartet werden.

5.1.1.4.2 Altkurve/Neukurve

Wird die Frage nach der **CHARACTERISTIC** der Kurve mit **new** beantwortet, werden die ausgewählten Abgleichpunkte mit Daten vorbelegt (siehe Kap. 4.2.5).

Ist eine bereits abgelegte Kurve zu korrigieren oder erweitern, ist die obengenannte Frage mit **old** zu beantworten.

In diesem Fall werden die bereits abgelegten Abgleichpunkte nicht beeinflusst.

Dieser Menüpunkt entfällt, wenn noch keine kundenspezifische Kurve vorhanden ist.

5.1.1.4.3 Anzahl der Stützpunkte

Die Zahl der Abgleich-/Stützpunkte **NUMBER OF TRIM POINTS** kann zwischen 2 und 20 gewählt werden (siehe Kap. 4.2.2).

5.1.1.4.4 Festlegung der Temperaturdifferenz

Der Temperaturdifferenz-Sollwert **TEMPERATURE DIFFERENCE** kann in den Grenzen $3\text{ °C} \leq \Delta\theta \leq 15\text{ °C}$ eingestellt werden. Die im Kap. 4.2.1 beschriebenen Grenzbedingungen sind zu beachten.

5.1.1.4.5 Automatischer Abgleichvorgang

Nach der Festlegung der Temperaturdifferenz erscheint beim ersten Abgleichvorgang der Stützpunkt mit der höchsten Nummerierung. Er entspricht der gewählten Stützpunktzahl (**TRIM POINT. .**).

Diesem Stützpunkt muss die höchste Strömungsgeschwindigkeit zugeordnet werden.

Die Strömungsgeschwindigkeit kann im Bereich von 0,00 m/s ... 90,00 m/s eingestellt werden.

Bevor der automatische Abgleichvorgang durch gleichzeitiges Drücken der Tasten **▲ UP** und **▼ DOWN** gestartet wird, muss die Strömungsgeschwindigkeit bei welcher der Abgleichpunkt ermittelt wird, bereits einige zehn Sekunden am Sensor anliegen.

Von dem 1. Abgleichpunkt wird die Heizphase, welche durch das Messverfahren bedingt ist, gestartet. Die verbleibende Aufheizzeit wird in Sekunden im Display angezeigt (**REST TIME . . sec.**).

Sobald die Heizphase abgeschlossen ist, beginnt der FC01-Ex mit der Abgleichroutine für die eingestellte Strömungsgeschwindigkeit.

Die Abgleichzeit beträgt 20 Sekunden.

Anmerkung:

- Während dieser Zeit muss die Strömung sowie die Mediumstemperatur konstant gehalten werden, da sonst eine korrekte Bestimmung der Heizleistung nicht gewährleistet werden kann.

Im Display wird aus diesem Grund eine Kenngröße **xd =** für die Gleichmäßigkeit der vorhandenen Strömung angezeigt. Sie sollte während der 20 Sekunden Abgleichzeit im Bereich von -0,10 ... +0,10 liegen.

Nachdem der Abgleichvorgang beendet ist, kehrt das Programm mit der ermittelten Heizleistung zu dem Menüpunkt **TRIM POINT . .** zurück.

Der ermittelte ganzzahlige Wert wird blinkend im Display dargestellt.

Nach der Bestätigung wird ein Auswahlménú eingeblendet, welches ermöglicht den nächsten, den selben, oder den vorherigen Stützpunkt (nach dem ersten Stützpunkt) abzugleichen.

Wird der nächste Stützpunkt ausgewählt, wird die Stützpunktnummer um eins gesenkt. Diesem wird wieder eine Strömungsgeschwindigkeit zugeordnet, bestätigt, und der automatische Abgleich gestartet.

Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis der letzte Stützpunkt 1 - **TRIM POINT 01** - abgeglichen ist.

Nun ist die komplette kundenspezifische Kennlinie ermittelt bzw. eingegeben.

5.1.1.4.6 Manueller Abgleichvorgang

Wenn bereits eine kundenspezifische Kennlinie ermittelt wurde, und diese auf einen weiteren FC01-Ex dupliziert werden soll, besteht die Möglichkeit die Abgleichdaten für einzelnen Punkte manuell vorzugeben.

Im wesentlichen ist die Vorgehensweise dabei mit der Methode beim automatischen Abgleich identisch.

Die zur Strömungsgeschwindigkeit gehörende Heizleistung wird jedoch nicht automatisch ermittelt, sondern wird manuell in den FC01-Ex eingegeben.

Weiterhin besteht auch die Möglichkeit den Abgleich kombiniert mit automatisch ermittelten Abgleichpunkten, sowie mit theoretisch berechneten Abgleichpunkten durchzuführen.

5.1.1.4.7 Abgleichtemperatur

Nach Bestätigung des letzten Abgleichpunktes erscheint die Meldung **TRIM IS READY!**

In der 2. Zeile des Displays ist die Mediumtemperatur, bei welcher der erste Abgleich stattgefunden hat, in Grad Celsius eingeblendet.

Diese Abgleichtemperatur ist, sofern der Abgleich automatisch durchgeführt worden ist, nichtblinkend dargestellt und kann manuell nicht verändert werden.

Wurden die Abgleichdaten manuell vorgegeben, muss an dieser Stelle auch die Abgleichtemperatur per Hand eingestellt werden. In diesem Fall wird der Temperaturwert blinkend dargestellt.

Anmerkung:

- Die Mediumtemperatur muss während des kompletten Abgleichvorganges konstant gehalten werden!

5.1.1.4.8 Speichern der Kennlinie

Bevor das Abgleichmenü verlassen werden kann, muss dem FC01-Ex mitgeteilt werden ob die ermittelte bzw. eingegebene kundenspezifische Kennlinie dauerhaft (Taste **M**), oder nur temporär gespeichert (Taste **▲ UP** oder **▼ DOWN**) werden soll.

Wird die Kennlinie nur temporär gespeichert, ist sie nach Ausfall oder Abschaltung der Versorgungsspannung gelöscht.

Anmerkung:

- Tritt während des Abgleichvorganges ein Ausfall der Versorgungsspannung auf, muss der komplette Abgleich wiederholt werden!

5.1.1.4.9 Mögliche Fehler beim Abgleich

Bei dem automatischen Abgleichvorgang werden folgende Fehlermöglichkeiten überwacht und, bei Auftreten, mit entsprechender Fehlernummer im Display angezeigt.

Tritt einer der folgenden Fehler auf, muss nicht der komplette Abgleich wiederholt werden, sondern nur der Abgleich des Stützpunktes bei dem der Fehler aufgetreten ist.

Fehler	Ursachen	Abhilfe
Nr. 10	Messwertaufnehmer nicht angeschlossen, Kabelverbindung FC01-Ex → Messwertaufnehmer bzw. Messwertaufnehmer defekt	Kabelverbindung überprüfen bzw. Messwertaufnehmer austauschen.
Nr. 21	Mediumstemperatur zu hoch	Temperaturdifferenz korrigieren.
Nr. 20	Mediumstemperatur zu niedrig	
Nr. 30	Gewählte Temperaturdifferenz zu groß	

5.1.1.5 Grenzkontaktkombinationen (Menüpunkt: LIMIT SWITCHES)

Der FC01-Ex besitzt zwei Grenzkontakte, die im Untermenü LIMIT SWITCHES der oder den zu überwachenden physikalischen Größe(n) zugeordnet werden.

Folgende vier Kombinationsmöglichkeiten sind vorhanden:

- * LS1 → F LS2 → F
 Grenzkontakt 1 → Strömungsgeschwindigkeit
 Grenzkontakt 2 → Strömungsgeschwindigkeit
- * LS1 → T LS2 → T
 Grenzkontakt 1 → Mediumstemperatur
 Grenzkontakt 2 → Mediumstemperatur
- * LS1 → F LS2 → T
 Grenzkontakt 1 → Strömungsgeschwindigkeit
 Grenzkontakt 2 → Mediumstemperatur
- * LS1 → T LS2 → F
 Grenzkontakt 1 → Mediumstemperatur
 Grenzkontakt 2 → Strömungsgeschwindigkeit

Arbeitsweise, Grenzwert und Hysterese der Grenzkontakte werden im Menü PARAMETRIEREN eingestellt.

Achtung!



Der Punkt LIMIT SWITCHES beeinflusst evtl. Daten im Parametrierungsmenü (siehe Kap. 5.1.1.14 „Verlassen des Konfigurationsmenüs“).

5.1.1.6 Einheit - Strömungsgeschwindigkeit (Menüpunkt: FLOW UNIT)

An dieser Stelle wird die gewünschte Einheit der Strömungsgeschwindigkeit festgelegt.

Es kann zwischen:

- * METRE/SEC [m/s]
- * FEET/SEC. [FPS]
- * PERCENT [%]
- * BLANK [no unit]

gewählt werden.

Alle weiteren Eingaben, welche die Strömungsgeschwindigkeit betreffen (Grenzwert, Analogausgang usw.), beziehen sich auf die hier gewählte Einheit.

Wird als Einheit BLANK (no unit) gewählt, liegt die %-Anzeige zugrunde.

Wird die Einheit der Strömungsgeschwindigkeit geändert, werden alle Konfigurations- und Parametrierungsdaten, welche sich auf die Strömungsgeschwindigkeit beziehen, automatisch umgerechnet!

5.1.1.7 Einheit - Mediumstemperatur (Menüpunkt: TEMP. UNIT)

Dieses Untermenü dient zur Auswahl der Mediumstempureinheit.

Folgende Einheiten stehen zur Auswahl:

- * GRAD CELSIUS [°C]
- * GRAD FAHRENHEIT [°F]
- * KELVIN [K]

Alle weiteren Eingaben, die die Mediumstemperatur betreffen, (Grenzwert, Analogausgang usw.) beziehen sich auf die hier gewählte Einheit. Wird die Temperatureinheit geändert, werden alle Konfigurations- und Parametrierungsdaten, welche die Mediumstemperatur betreffen, automatisch umgerechnet!

5.1.1.8 Display - Anzeige (Menüpunkt: DISPLAY SELECT)

Der FC01-Ex bietet dem Anwender die Möglichkeit, die Anzeige in bestimmten Punkten selbst zu definieren.

Während die 1. Zeile des LC-Displays im Hauptmenü die Strömungsgeschwindigkeit in der gewählten Einheit sowie die Mediumstemperatur (in °C, °F oder K) zeigt, kann die Anzeige der 2. Zeile aus folgenden Menüpunkten gewählt werden (siehe Kap. 5.1.1.16).

- | | |
|--|--|
| * BARGRAPH | Totalisatorfunktionen: |
| * LITRE/SECOND [l/s] | * LITRE [l] |
| * LITRE/MINUTE [l/min] | * METRE ³ [m ³] |
| * METRE ³ /HOUR [m ³ /h] | * FEET ³ [F ³] |
| * GALLONS°/MINUTE | * GALLONS° [° = US-GALLONS] |

Wird eine Totalisatorfunktion gewählt, beginnt der Totalisator in der gewählten Einheit bei Null zu summieren.

Wird die Einheit einer Totalisatorfunktion geändert, wird der bereits summierte Mengenwert automatisch umgerechnet.

Der Totalisatorinhalt wird im Hauptmenü durch gleichzeitiges Drücken der Tasten ▲ UP und ▼ DOWN, oder wenn der maximale Anzeigewert (99999999.9) erreicht ist, gelöscht. In beiden Fällen beginnt der Totalisator wieder von Null zu summieren.

Achtung!

! Der Totalisatorinhalt wird bei Ausfall oder Abschaltung der Versorgungsspannung gelöscht!
Abhängig vom selektierten Menüpunkt findet ein Sprung in das Untermenü BARGRAPH oder PIPE SIZE statt.

5.1.1.9 Analogbalken (Menüpunkt: BARGRAPH)

Der Analogbalken kann hier speziell an die Wünsche des Anwenders angepasst werden. Im Einzelnen sind hierbei folgende Einstellungen vorzunehmen:

- * FLOW / TEMP = (Zuordnung „Analogbalken“: Strömungsgeschwindigkeit/ Mediumstemperatur)
- * ZERO = (Anfangswert des „Analogbalken“)
- * FS = (Endwert des „Analogbalken“)

Unabhängig von der Zuordnung des Analogbalkens wird er immer mit einer Auflösung von 10 Segmenten dargestellt.

Bei der Eingabe von Anfangs- bzw. Endwert muss der Anwender selbst auf eine sinnvolle Auflösung achten!

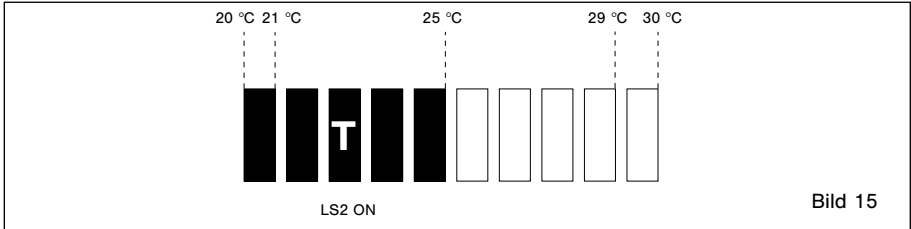
Der Analogbalken enthält weiterhin eine Darstellung der oder des Grenzkontakte(s) soweit sie im gewählten Balkenbereich darstellbar sind.

Für die Darstellung der Grenzkontakte im Analogbalken ist der jeweilige Einschaltwert des Grenzkontaktes maßgebend.

Die genaue Form der Darstellung ist im Kap. 6.2.1 (Betriebsdaten) beschrieben.

Beispiel:

- Zuordnung Grenzkontakte: LS1 → F LS2 → T
 - Einschaltwert LS2: 23 °C
 - Zuordnung Analogbalken: Mediumstemperatur
 - Anfangswert - Analogbalken: 20 °C
 - Endwert - Analogbalken: 30 °C
 - Momentanwert Temperatur: 25 °C
- ergibt folgende Analogbalken - Anzeige (siehe Bild 15)



5.1.1.10 Rohrdurchmesser (Menüpunkt: PIPE SIZE)

Ist als Displayanzeige eine Durchflussmenge/Zeiteinheit oder eine Totalisatorfunktion gewählt, ist die Bekanntgabe der Rohrgröße für die Berechnung der Durchflussmenge notwendig.

Dies geschieht durch Eingabe des Innendurchmessers im Untermenü PIPE SIZE.

Möglicher Einstellbereich: 10,0 ... 460,0 mm.

5.1.1.11 Pulsausgang für Totalisator (Menüpunkt: FREQUENCY OUTPUT)

In der Ausbaustufe **FC01-Ex-U1T4** (Open Collector-Ausgänge) ist die Ausgabe von **frequenzproportionalen Mengenimpulsen** möglich.

Diese Mengenimpulse sind folgendermaßen festgelegt:

1 Impuls / Mengenwert (gewählte Totalisatoreinheit)

Beispiel: 1 Impuls / 10,0 [Liter]

Der Frequenzausgang liefert 1 Impuls pro 10 Liter summierte Menge.

Bei der Zuweisung der mengenproportionalen Impulse darf die zulässige Frequenz von 10 Hz des Frequenzausganges nicht überschritten werden. Die darstellbaren Grenzen sind durch den Strömungsgeschwindigkeitsbereich sowie den Rohrdurchmesser gegeben.

Möglicher Einstellbereich: 1 Impuls pro 0,1 ... 999,9 [Liter], [m³], [Gallons]

Beim **Überschreiten der maximal zulässigen Frequenz** wird die Messung nicht gestoppt, sondern der Fehlerausgang gesetzt, und die Fehlernummer (60) im Display angezeigt. Dieser Fehler ist in die Prioritätsgruppe III integriert.

Tritt eine Kombination von mehreren Fehlern der Prioritätsgruppe III gleichzeitig auf, werden sie nach folgender Priorität angezeigt bzw. im Fehlerspeicher abgelegt:

Fehler Nr. 20, 30, 31, 60, 40, 41.

Wird die Messung unterbrochen (Fehler der Prioritätsgruppe II sowie Aufruf des Konfigurations- oder Parametrierungsmenüs), werden die Impulse für die bereits aufsummierte Menge komplett ausgegeben. Danach wird die Impulsausgabe gestoppt und der Frequenzausgang geht in den hochohmigen Zustand bis die Messung wieder gestartet wird.

Es besteht die Möglichkeit, den Totalisatorinhalt durch gleichzeitiges Drücken der Taste ▲ UP und ▼ DOWN im Hauptmenü zu löschen.

Da sich die Frequenzausgabe zwar auf den Totalisatorinhalt bezieht, jedoch unabhängig von ihm arbeitet, geht eine summierte Menge, die kleiner als die festgelegte Menge pro Impuls ist, nicht verloren.

Das Löschen wirkt sich somit nur auf den Totalisatorinhalt aus.

5.1.1.12 Analogausgang - Strömungsgeschwindigkeit (Menüpunkt: ANA OUT FLOW)

Hiermit ist es möglich, den Analogausgang - Strömungsgeschwindigkeit speziell an die Erfordernisse der Gesamtanlage anzupassen.

Folgende Punkte sind hierbei einstellbar:

- * OFFSET = % (FS) (0/4 ... 20 mA, 0/1 ... 5 V, 0/2 ... 10 V)
- * ZERO = (Anfangswert 0(20) % entspricht einer Strömung von ... [m/s] [%])
- * FS = (Endwert 100% entspricht einer Strömung von ...[m/s] [%])

Bei der Eingabe von Anfangs- bzw. Endwert muss der Anwender selbst auf eine sinnvolle Auflösung achten.

Wurde im Untermenü DISPLAY SELECT eine Durchflussmenge/Zeiteinheit gewählt, werden bei der Einstellung der Anfangs- und Endwerte die zugehörigen Durchflussmengen mit angezeigt.

5.1.1.13 Analogausgang - Mediumtemperatur (Menüpunkt: ANA OUT TEMP.)

Entsprechend der Konfiguration Analogausgang - Strömungsgeschwindigkeit ist es möglich den Analogausgang Mediumtemperatur an die Anlagengegebenheiten anzupassen.

Folgende Punkte sind hierbei einstellbar:

- * OFFSET = % (FS) (0/4 ... 20 mA, 0/1 ... 5 V, 0/2 ... 10 V)
- * ZERO = (Anfangswert 0(20) % entspricht einer Mediumstemp. von ... [°C] [°F] [K])
- * FS = (Endwert 100% entspricht einer Mediumstemp. von ... [°C] [°F] [K])

Bei der Eingabe von Anfangs- bzw. Endwert muss der Anwender selbst auf eine sinnvolle Auflösung achten.

5.1.1.14 Verlassen des Konfigurationsmenüs

Sind die Analogausgänge konfiguriert, kann man das Menü verlassen oder wieder an den Anfang (SENSOR SELECT) zurückkehren.

Soll das Konfigurationsmenü verlassen werden, führt der Controller eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten durch.

Wird bei dieser Überprüfung keine Unstimmigkeit festgestellt, wird das im Klartext angezeigt (CONFIG. OK!) und das Menü kann durch Drücken der Taste **M** MODE verlassen werden.

Werden bei der Plausibilitätsprüfung Fehler erkannt, werden diese nach folgender Priorität (Reihenfolge) angezeigt.

Priorität der möglichen Eingabefehler im Menü KONFIGURIEREN:

- * ERR. A-OUT FLOW OUT OF RANGE
(Analogausgang Strömung außerhalb des Messbereiches)
- * ERR. A-OUT FLOW ZERO ≥ FS
(Anfangswert ≥ Endwert bei Analogausgang Strömung)
- * ERR. A-OUT TEMP. OUT OF RANGE
(Analogausgang Temperatur außerhalb des Messbereiches)
- * ERR. A-OUT TEMP. ZERO ≥ FS
(Anfangswert ≥ Endwert bei Analogausgang Temperatur)

- * ERR. BARGRAPH OUT OF RANGE
(Balkenwert außerhalb des Messbereiches)
- * ERR. BARGRAPH ZERO ≥ FS
(Balkenanfangswert ≥ Balkenendwert)

Das Menü kann erst nach Korrektur der oder des Fehler(s) verlassen werden. Dazu wird mit den Tasten ▲ UP oder ▼ DOWN an den Anfang des Konfigurationsmenüs zurückgekehrt und anschließend der Menüpunkt mit der fehlerhaften Einstellung gewählt und korrigiert.

Achtung!

▲ Wurden bei der Konfiguration Daten beeinflusst, welche im Parametrierungsmenü zugänglich sind (dies kann bei den Punkten kundenspezifischer Abgleich und Grenzkontaktzuordnung der Fall sein), wird im Hauptmenü der Punkt „PARAMETERS“ „blinkend“ dargestellt.

In diesem Fall ist es unerlässlich, in das Parametrierungsmenü zu verzweigen und die Daten entsprechend der gewünschten Applikation einzustellen.

Beispiel: Grenzkontaktzuordnung wird von **LS1 → F / LS2 → T** in **LS1 → F / LS2 → F** geändert.

Auswirkung auf

Parameterdaten: **LS2 ON** = 0.00

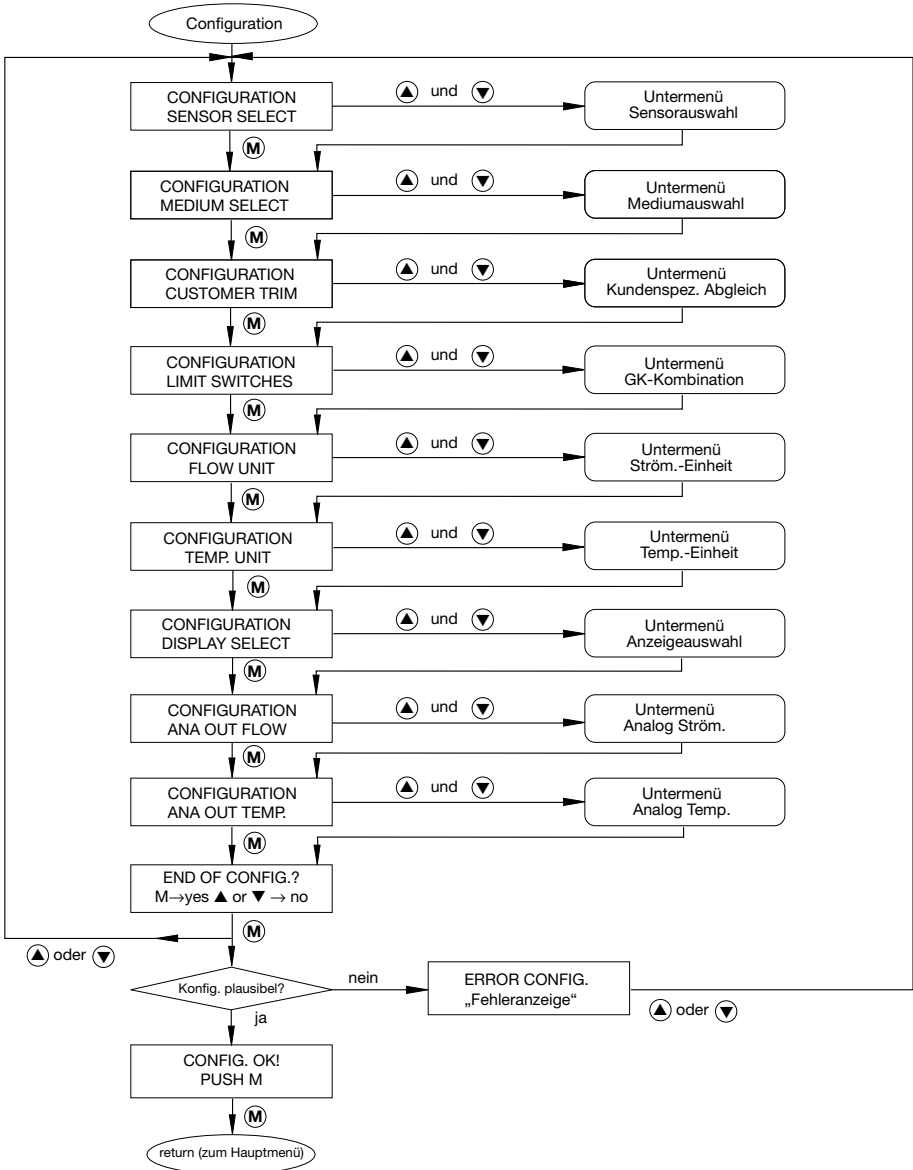
LS2 OFF = Messbereichsende

Begründung:

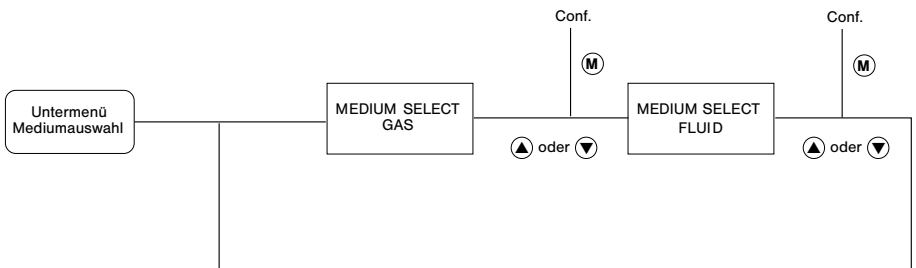
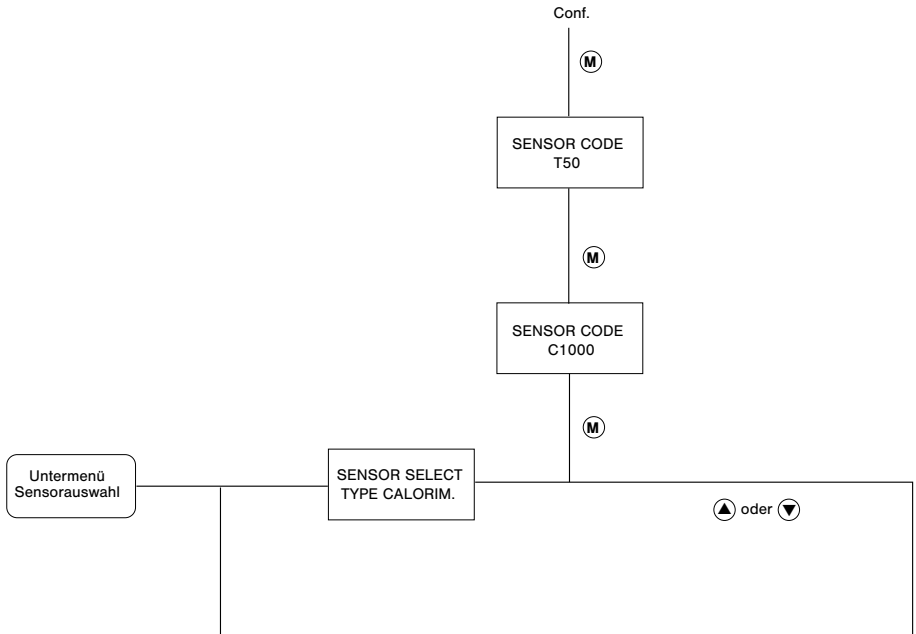
Da die physikalische Zuordnung für Grenzkontakt 2 geändert wurde, werden dessen Ein- und Ausschaltwerte der neuen Zuordnung (Strömungsgeschwindigkeit) angepasst.

Eine Übersicht des Konfigurationsmenüs ist auf der folgenden Seite abgebildet.

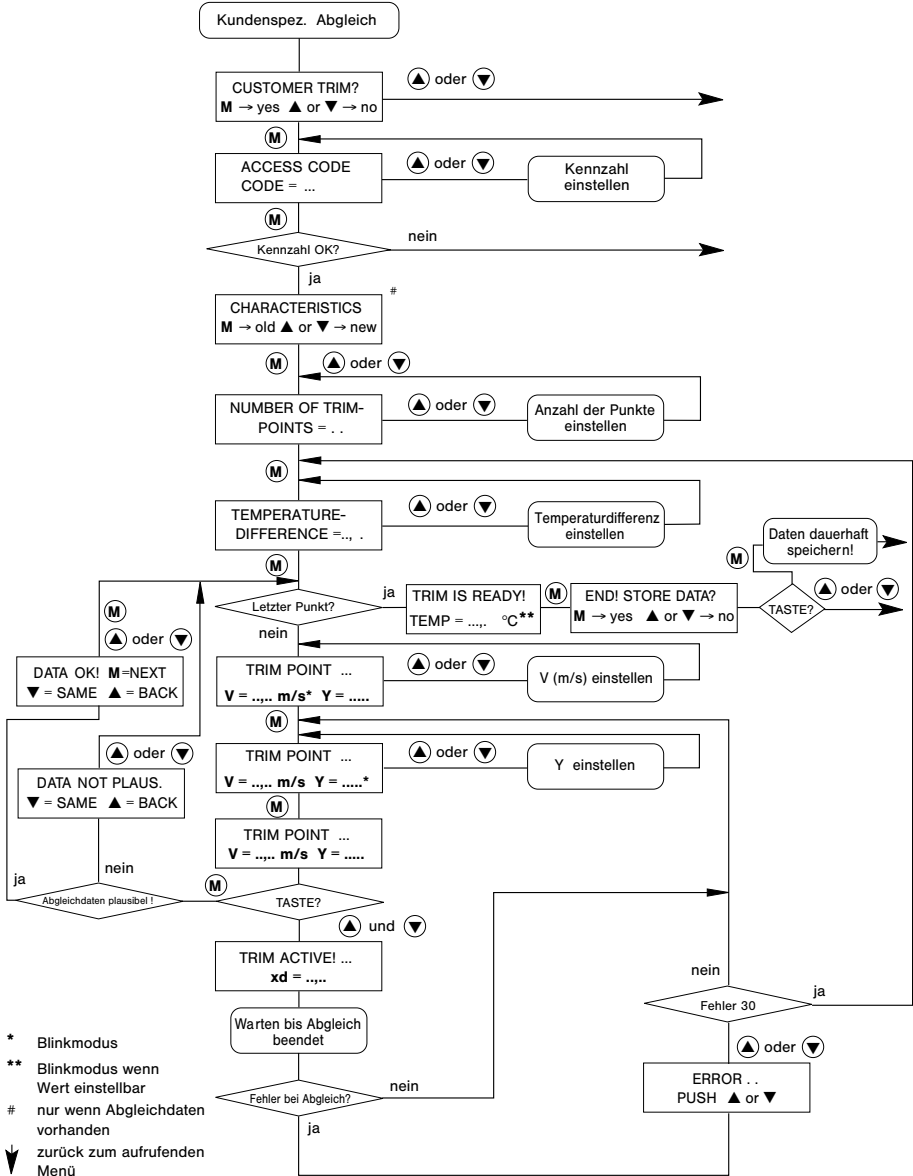
5.1.1.15 Übersicht Konfigurationsmenü



5.1.1.16 Übersicht Konfigurations-Untermenüs

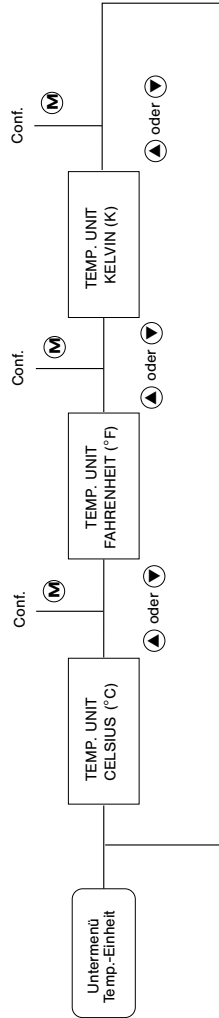
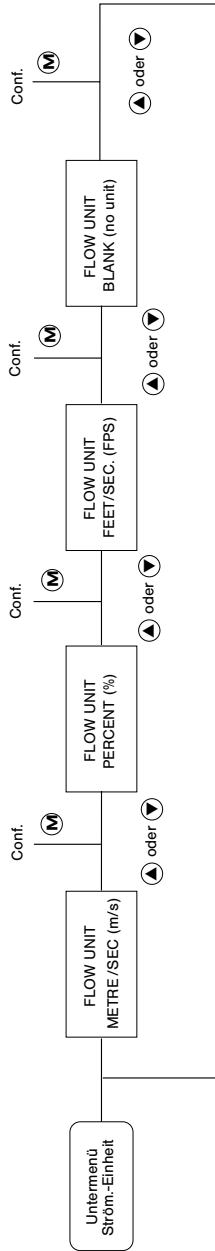
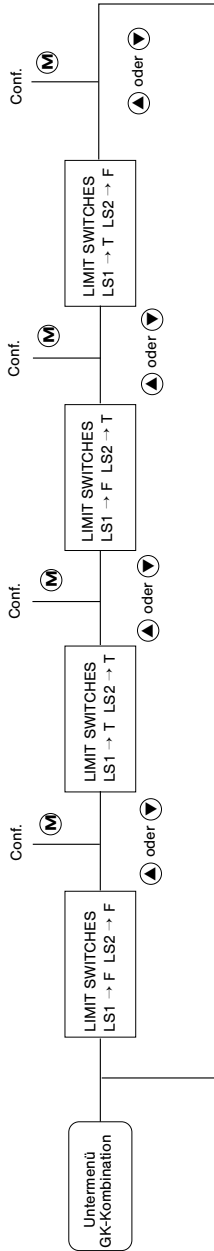


Conf. → zurück zum Konfigurationsmenü



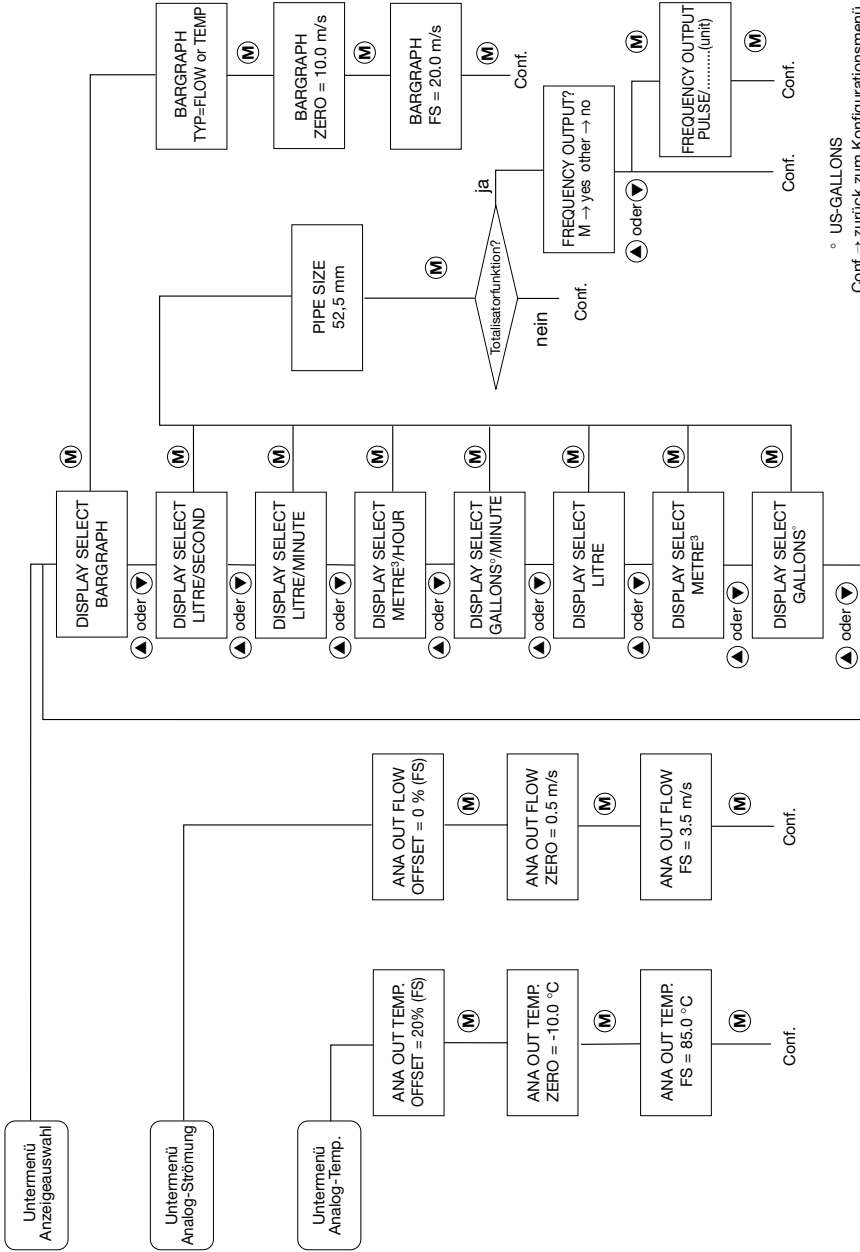
- * Blinkmodus
- ** Blinkmodus wenn Wert einstellbar
- # nur wenn Abgleichdaten vorhanden
- ▼ zurück zum aufrufenden Menü

Übersicht Konfigurations-Untermenüs (Fortsetzung)



Conf. → zurück zum Konfigurationsmenü

Übersicht Konfigurations-Untermenüs (Fortsetzung)



° US-GALLONS

Conf. → zurück zum Konfigurationsmenü

5.1.2 Parametrieren

Nachdem der FC01-Ex seiner Anwendung entsprechend konfiguriert wurde (Konfigurationsmenü), besteht hier die Möglichkeit Parameter (z. B. Grenzwerte) einzustellen.

Während der Parametrierung ist kein Messbetrieb möglich (siehe Anhang 1).

Folgende Parameter können im Menü Parametrierung festgelegt werden:

5.1.2.1 Messzeit (Menüpunkt: MEAS. TIME)

Die Messzeit kann im Bereich von 1 ... 30 Sekunden eingestellt werden. Sie bezieht sich sowohl auf die Strömungsgeschwindigkeit als auch auf die Mediumtemperatur.

In der Wirkungsweise ist die Messzeit mit einem Tiefpassfilter vergleichbar. Nach jeder Messung wird der Mittelwert der zuletzt gemessenen Werte über die Messzeit bestimmt.

Die Messrate und die Display-Aktualisierung bleiben von der eingestellten Messzeit unbeeinflusst.

5.1.2.2 Grenzkontakt 1 - Einschaltwert (Menüpunkt: LS1 ON =)

Grenzkontakt 1 - Ausschaltwert (Menüpunkt: LS1 OFF =)

Je nach Configuration (siehe Konfigurationsmenü) ist Grenzwert 1 für Strömungsgeschwindigkeit oder Mediumtemperatur einstellbar.

Der Grenzwert ist über den kompletten Messbereich einstellbar und ist immer auf den Anzeigewert bezogen.

Die Aktualisierung des Grenzkontaktes erfolgt mit der Messrate unabhängig von der eingestellten Messzeit.

Durch die Eingabe unterschiedlicher Einschalt- und Ausschaltwerte wird die Hysterese bestimmt. Die Größe der Hysterese ist den jeweiligen Betriebsbedingungen sinnvoll anzupassen.

Weiterhin kann durch die getrennte Eingabe von Ein- und Ausschaltwert des Grenzkontaktes eine gesonderte Definition der Arbeitsweise (Ruhe-/Arbeitsstromprinzip) entfallen. Sie wird von dem Ein- und Ausschaltwert abgeleitet.

Beispiel 1: Einschaltwert ist kleiner als Ausschaltwert

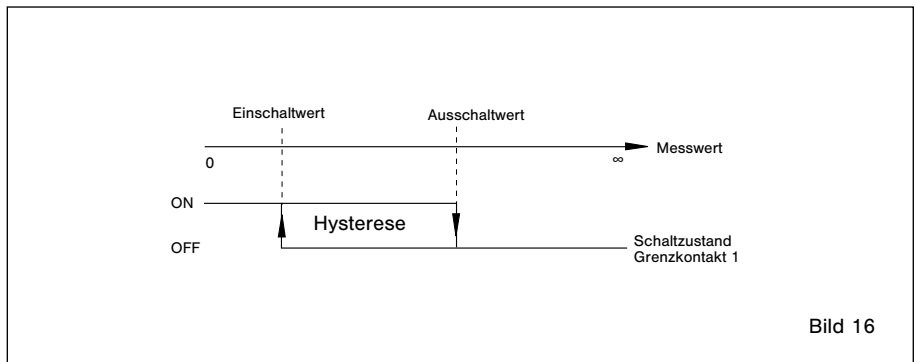
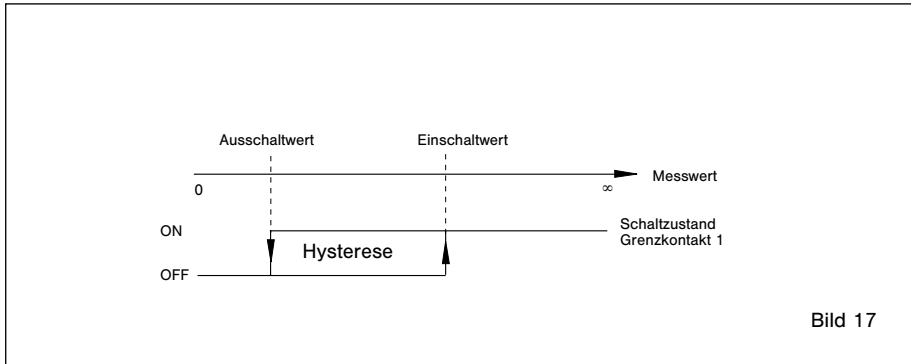


Bild 16

Beispiel 2: Einschaltwert ist größer als Ausschaltwert



Ist Grenzkontakt 1 für Strömungsgeschwindigkeit eingestellt und wurde im Untermenü DISPLAY SELECT eine Durchflussmenge/Zeiteinheit gewählt, werden bei der Einstellung von Einschalt- und Ausschaltwert die zugehörigen Durchflussmengen mit angezeigt.

5.1.2.3 Grenzkontakt 2 - Einschaltwert (Menüpunkt: LS2 ON =

Grenzkontakt 2 - Ausschaltwert (Menüpunkt: LS2 OFF =

Siehe Grenzkontakt 1!

5.1.2.4 Skalierungsfaktor (Menüpunkt: FLOWSCALE*)

Der Skalierungsfaktor wirkt auf die Anzeige der Strömungsgeschwindigkeit.

Mit dem Faktor (Einstellbereich 0,01 ... 9,99) ist es möglich die Strömungsgeschwindigkeitsanzeige zu verändern (Vergrößerung oder Verkleinerung des Messwertes in der Anzeige).

Der Skalierungsfaktor kann beispielsweise dazu dienen, nicht die am Sensor herrschende, sondern die mittlere Strömungsgeschwindigkeit in einer Rohrleitung anzuzeigen.

5.1.2.5 Verlassen des Parametrierungsmenüs

Soll das Parametrierungsmenü verlassen werden, führt der Controller eine Plausibilitätsprüfung der eingegebenen Daten durch.

Wird bei dieser Überprüfung keine Unstimmigkeit festgestellt, wird das im Klartext angezeigt (PARAMETERS OK!) und das Menü kann durch Drücken der Taste **M** MODE verlassen werden.

Werden bei der Plausibilitätsprüfung Fehler erkannt, werden diese nach folgender Priorität angezeigt.

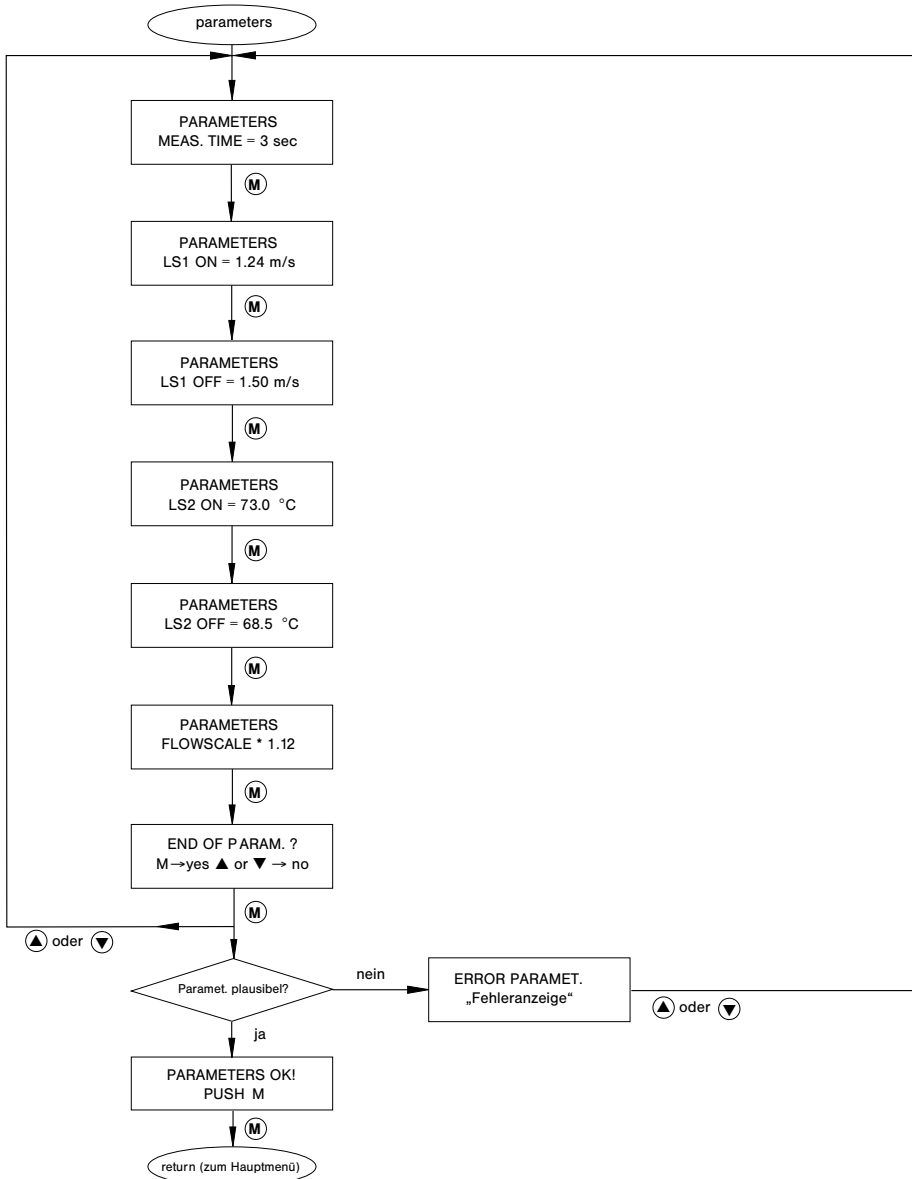
Priorität der möglichen Eingabefehler im Menü PARAMETRIEREN:

- * ERROR LS1 OUT OF RANGE
Ein- und/oder Ausschaltwert für Grenzkontakt 1 außerhalb des Messbereiches.
- * ERROR LS2 OUT OF RANGE
Ein- und/oder Ausschaltwert für Grenzkontakt 2 außerhalb des Messbereiches.
- * ERROR LS1 ON = OFF
Einschaltwert für Grenzkontakt 1 ist gleich Ausschaltwert für Grenzkontakt 1.
- * ERROR LS2 ON = OFF
Einschaltwert für Grenzkontakt 2 ist gleich Ausschaltwert für Grenzkontakt 2.

Das Menü kann erst nach Korrektur der oder des Fehler(s) verlassen werden. Dazu wird mit den Tasten ▼ DOWN oder ▲ UP an den Anfang des Parametrierungsmenüs zurückgekehrt und anschließend der Menüpunkt mit der fehlerhaften Einstellung gewählt und korrigiert.

Eine Übersicht des Parametrierungsmenüs befindet sich auf der folgenden Seite.

5.1.2.6 Übersicht Parametrierungsmenü



6 Betriebsphasen

6.1 Einschaltverhalten

Nach dem Einschalten der Versorgungsspannung erscheint für ca. 1 Sekunde die Meldung **POWER ON TEST**, in der 2. Zeile der Anzeige die **Softwareversionsnummer**.

Während dieser Zeit führt der integrierte Controller Testroutinen durch (siehe Kap. 7.1 Test und Diagnose).

Wurde bei den Tests kein Fehler festgestellt, erscheint **HEATING UP** in der Anzeige.

Der FC01-Ex befindet sich in der durch das Messverfahren bedingten Aufheizphase.

6.2 Messbetrieb

Sobald die Aufheizphase abgeschlossen ist und der erste Messwert vorliegt, wechselt die Anzeige in den Messbetrieb, und die Anwenderschnittstellen wie Analogausgänge oder Grenzkontakte werden aktualisiert.

6.2.1 Betriebsdaten

6.2.1.1 Messwert(e)

Strömungsgeschwindigkeit und Mediumtemperatur werden in den gewählten Einheiten in der oberen Zeile des LC-Displays angezeigt.

In der unteren Zeile des Displays wird wahlweise der Schaltzustand der Grenzkontakte sowie ein Analogbalken mit einer Auflösung von 10 Segmenten, oder die zur angezeigten Strömungsgeschwindigkeit zugehörige Durchflussmenge/Zeiteinheit, oder die summierte Durchflussmenge (Totalisatorfunktion) dargestellt.

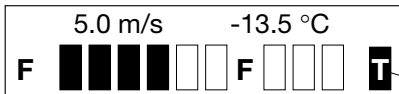
Der Analogbalken besitzt entsprechend seiner Konfiguration unterschiedliche Bedeutung (siehe Kap. 5.1.1.9 - Menüpunkt BARGRAPH).

Die Grenzkontakte werden entsprechend ihrer physikalischen Zuordnung mit einem **F** für Strömungsgeschwindigkeit und mit **T** für die Mediumtemperatur an der ersten bzw. letzten Stelle der 2. Zeile im Display gekennzeichnet.

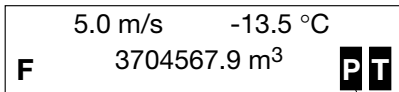
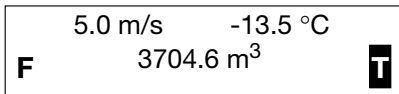
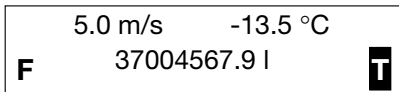
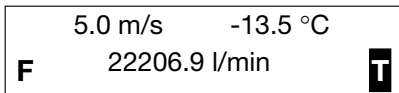
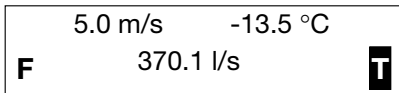
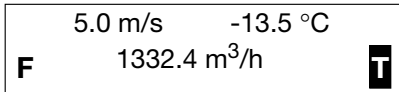
Die inverse Darstellung von **F** und **T** signalisiert, dass sich der entsprechende Grenzkontakt im „Einschaltzustand“ befindet.

Die Grenzkontakte werden, soweit sie im Analogbalkenbereich liegen, zusätzlich an der entsprechenden Stelle im Analogbalken dargestellt (siehe Kap. 5.1.1.9).

Die folgenden Grafiken zeigen die unterschiedlichen Anzeigevarianten unter dem Menüpunkt Messwert(e) (siehe Kap. 5.1.1.8 - Menüpunkt DISPLAY SELECT und 5.1.1.11 - Menüpunkt FREQUENCY OUTPUT).



Inverse Darstellung
„Einschaltzustand“



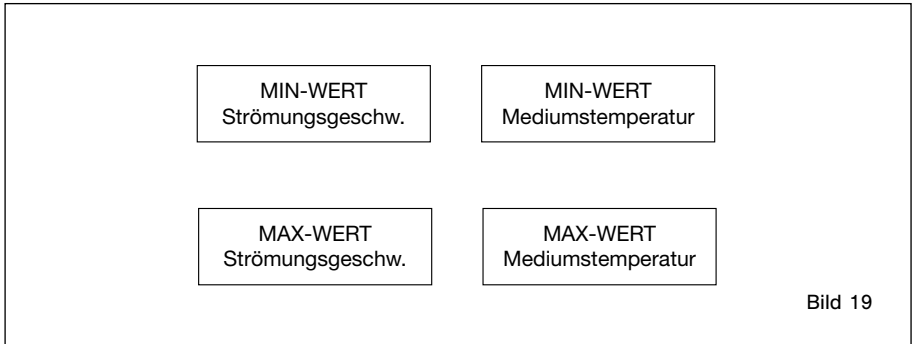
gewählter Frequenzgang (PULSE)

Bild 18

6.2.1.2 Spitzenwerte (Menüpunkte: PEAK VALUE MIN / PEAK VALUE MAX)

Der FC01-Ex verfügt über vier spezielle Messwertspeicher.

Sie enthalten den kleinsten bzw. den größten Wert für Strömungsgeschwindigkeit sowie Mediumstemperatur.



Nach dem Einschalten oder nach einer Nichtbetriebsbereitmeldung (NOT-BUSY) sind die MIN- und MAX-Werte gelöscht und werden laufend aktualisiert (Schleppzeigerprinzip).

Die Spitzenwerte sind im Hauptmenü abrufbar. Gelöscht werden sie im angewählten Zustand durch gleichzeitiges Drücken der Tasten ▲ UP und ▼ DOWN.

Achtung!

⚠ Die vier Messwertspeicher werden bei Ausfall oder Abschaltung der Versorgungsspannung gelöscht.

6.2.1.3 Letzter Fehler (Menüpunkt: LAST ERROR)

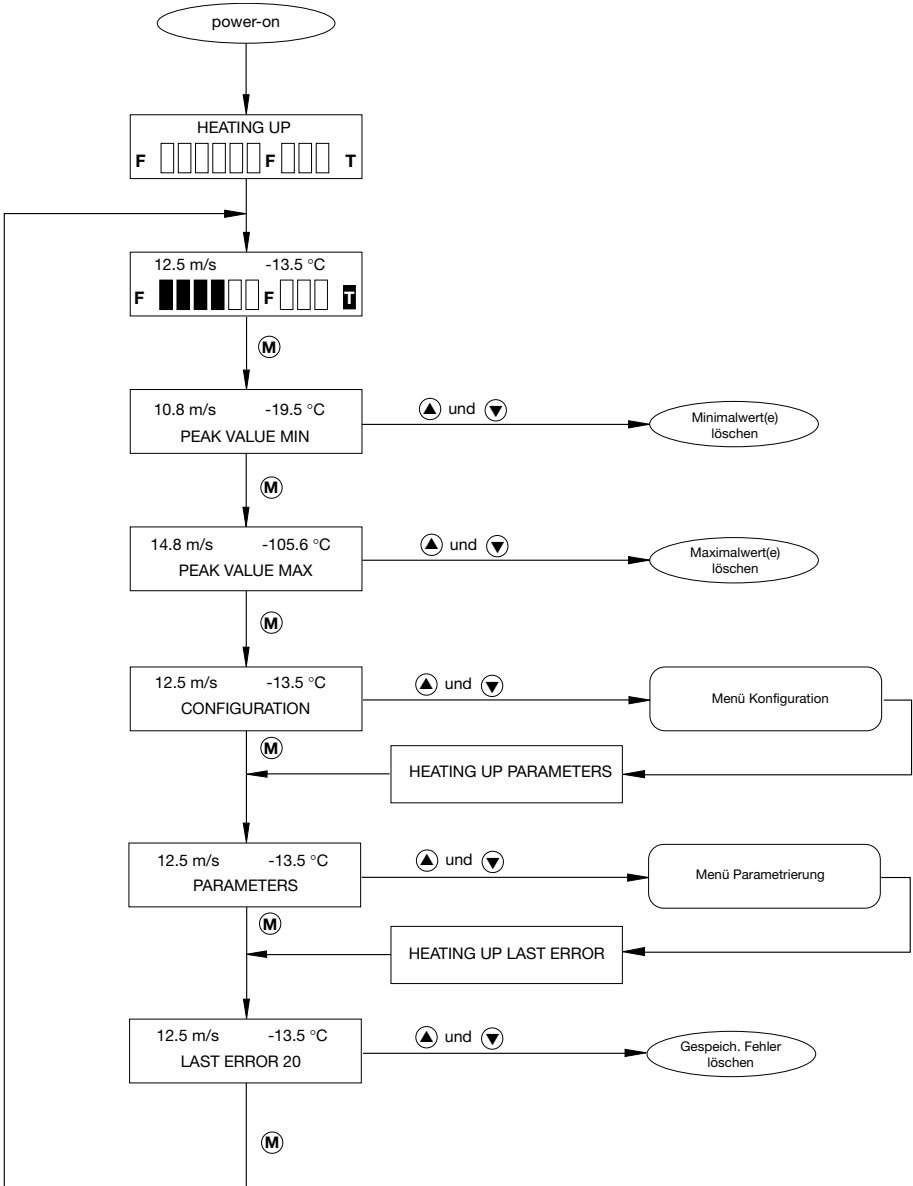
Als letzter Hauptmenüpunkt ist ein Fehlerspeicher abrufbar.

Dieser Fehlerspeicher enthält die Nummer des zuletzt aufgetretenen Fehlers (siehe Kap. 7) und kann besonders bei der Inbetriebnahme des FC01-Ex sehr hilfreich sein.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Spitzenwertspeichern, bleibt der Speicherinhalt auch nach einem Spannungsausfall erhalten.

Der Fehlerspeicher kann durch gleichzeitiges Drücken der Tasten ▲ UP und ▼ DOWN im angewählten Zustand vom Anwender gezielt gelöscht werden.

6.2.1.4 Übersicht Hauptmenü



7 Fehlerbilder

7.1 Test und Diagnose

Das Gerät ist mit umfangreichen Test- und Diagnosefunktionen ausgestattet. Die Funktionen lassen sich in drei Prioritätsgruppen unterteilen.

7.1.1 Prioritätsgruppe I

Darunter fallen sogenannte „Einschalttests“.

Diese Routinen dienen dem Selbsttest des FC01-Ex und werden beim Einschalten des Gerätes durchgeführt. Die Durchführung wird angezeigt.

Wird ein Fehler (Fehler Nr. 1 - Fehler Nr. 5) gefunden, ist kein Betrieb möglich.

Durch Drücken einer beliebigen Taste lassen sich die Testroutinen wiederholen.

Ist es auch durch wiederholten Versuch nicht möglich, die Einschalttests ohne Fehler durchzuführen, muss das Gerät mit Hinweis auf die angezeigte Fehlernummer an den Lieferanten zurückgeschickt werden.

Eine Fehlerbehebung durch den Kunden ist in diesem Falle nicht möglich!

7.1.2 Prioritätsgruppe II

Diese Testfunktionen werden während des Betriebes ständig durchgeführt. Tritt ein Fehler dieser Priorität auf (Fehler Nr. 50, 10, 21) wird die Messung gestoppt, der Fehler angezeigt und die Fehlerquelle weiterhin überwacht.

Wird der Fehler behoben, kehrt das Gerät selbständig in den Messbetrieb zurück.

7.1.3 Prioritätsgruppe III

Die Testroutinen dieser Gruppe werden ebenfalls permanent während des Betriebes durchgeführt.

Im Unterschied zur vorherigen Fehlergruppe wird hier bei Erkennung eines Fehlers (Fehler Nr. 20, 30, 31, 60, 40, 41) die Messung nicht gestoppt, sondern der Fehlerausgang gesetzt und die Fehlernummer angezeigt.

7.2 Mögliche Fehler

Unabhängig von der Prioritätsgruppe werden alle gefundenen Fehler mit der entsprechenden Fehlernummer angezeigt.

Um die Inbetriebnahme zu erleichtern, wird der zuletzt aufgetretene Fehler nullspannungssicher gespeichert. Dieser gespeicherte Fehler kann jederzeit im Hauptmenü abgerufen und gelöscht werden.

Tritt eine Kombination von mehreren Fehlern gleichzeitig auf, werden sie nach folgender Priorität angezeigt bzw. im Fehlerspeicher abgelegt.

Prioritätsgruppe I

Fehler	Ursachen	Abhilfe
Nr. 1	Keine Systemparameter vorhanden	Gerät an Lieferanten zurücksenden
Nr. 2	Prüfsumme Parameterspeicher fehlerhaft	Gerät an Lieferanten zurücksenden
Nr. 3	Prüfsumme Programmierspeicher fehlerhaft	Gerät an Lieferanten zurücksenden
Nr. 4	Prüfsumme Datenspeicher fehlerhaft	Gerät an Lieferanten zurücksenden
Nr. 5	Interner Controllerfehler aufgetreten	Gerät an Lieferanten zurücksenden

Prioritätsgruppe II

Fehler	Ursachen	Abhilfe
Nr. 50	Keine Abgleichdaten vorhanden	Kundenspez. Abgleich durchführen
Nr. 10	Messwertaufnehmer nicht angeschlossen, Kabelverbindung FC01-Ex → Messwertaufnehmer bzw. Messwertaufnehmer defekt	Kabelverbindung überprüfen bzw. Messwertaufnehmer austauschen
Nr. 21	Mediumtemperatur zu hoch	

Prioritätsgruppe III

Fehler	Ursachen	Abhilfe
Nr. 20	Mediumstemperatur zu niedrig	
Nr. 30	Anzeigebereich für Strömungsgeschwindigkeit überschritten	
Nr. 31	Messbereich für Strömungsgeschwindigkeit unterschritten ($V < (1 \cdot \text{Abgleichpunkt} - 10\%)$)	
Nr. 60	Zuweisung Menge pro Impuls zu klein*	
Nr. 40	Controllerfehler (Oszillator-watchdog) Evtl. zulässige EMV-Grenzpegel überschritten	
Nr. 41	Controllerfehler (Watchdog-timer) Evtl. zulässige EMV-Grenzpegel überschritten	

* Fehler Nr. 60 kommt nur bei der Ausbaustufe FC01-Ex-U1T4 vor.

8 Technische Daten

8.1 Umgebungsbedingungen FC01-Ex

Lagertemperatur:	- 20 ... 70 °C
Umgebungstemperatur bei Betrieb: *	10 ... 43 °C
Schutzart:	IP54

- * Die Angaben gelten für freie Konfektion wenn das Gerät nicht angereicht ist.
(Mindestabstand 10 mm von Gerät zu Gerät)

8.2 Messkopf CST-Ex

Temperaturbereich I (mediumseitig):	-40 ... 75 °C
Temperaturbereich II (steckerseitig):	-30 ... 75 °C
Temperaturbereich III (kabelseitig):	-10 ... 80 °C
Druckfestigkeit:	100 bar (1470 PSI)
Gehäuseschutzart	IP67 (Anschlusskabel im verriegelten Zustand)
Verschmutzungsgrad Stecker/Buchse (nach DIN VDE 0627)	2

8.3 Elektrische Anschlusswerte

8.3.1 Stromversorgung

DC-Versorgung

Steckerbelegung:	Signalname	Stecker XV
	+U _v	2
	-U _v	3

8.3.1.1 Gleichspannungsversorgung

Versorgungsspannung:	$U_{VN} = 24 \text{ V}$
Eingangsspannungsbereich: (inklusive Welligkeit)	$U_V = 19 \text{ V bis } 32 \text{ V}$ (12 V nur bei Spannungsausgängen möglich)
Zulässige Welligkeit:	$w = 20\% U_V$
Nennstromaufnahme:	
bei Analogausgängen V1 und V2:	$I_{vnk} = 170 \text{ mA} \pm 10\%$ bei Strömung Null $I_{vnk} = 200 \text{ mA} \pm 10\%$ bei max. Strömung (MB-Ende)
bei Analogausgang C1:	$I_{vnk} = 185 \text{ mA} \pm 10\%$ bei Strömung Null $I_{vnk} = 230 \text{ mA} \pm 10\%$ bei max. Strömung (MB-Ende)
Einschaltstoßstrom:	$I_p = 3 \text{ A (} 20 \mu\text{s)}$
Abschaltstrom:	$I_{kip} = 0,75 \text{ A}$
Nennleistungsaufnahme:	$P_n = 4,1 \text{ W}$ (Strömung Null) Spannungsausgänge $P_n = 4,8 \text{ W}$ (max. Strömung MB-Ende) Spannungsausgänge
Isolationsspannung:	Versorgungseingang - Zentralelektronik $\geq 500 \text{ V}$

8.4 Analogausgänge

Die Analogausgänge sind sowohl untereinander als auch gegenüber der FC01-Ex Elektronik galvanisch getrennt.

Steckerbelegung für die Ausgänge V1, V2 und C1

Signalname	Stecker XAO
NC	1
Analogausgang 1 - Strömung	2
Bezugsmasse 1	3
Schirm 1 *	4
Schirm 2 *	5
Analogausgang 2 - Temperatur	6
Bezugsmasse 2	7
NC	8
NC - nicht kontaktiert	

Analogausgang 1 - ANA OUT FLOW (Strömungsausgang)

Analogausgang 2 - ANA OUT TEMP. (Temperaturausgang)

* **Erdfreier Schirm - nur einseitig auflegen.**

Isolationsspannung:	Analogausgang - Analogausgang 500 V
	Analogausgang - Zentralelektronik 500 V
	Schirmpotential - Versorgungsspannung des Analogausgangs ≤ 48 V DC

8.4.1 Spannungsausgang V1 - 5 V FS

Spannungshub:	$U_S = 0$ V bis 5 V $\pm 2\%$ FS
Max. Signalwelligkeit:	$dU_S = 5\%$ FS
Kleinster zulässiger Lastwiderstand:	$R_L = 1$ k Ω
Größte zulässige Lastkapazität:	$C_L = 1$ nF
Größte zulässige Lastinduktivität:	$L_L = 100$ nH
Kurzschlussfest:	ja (XAO - alle Anschlüsse zueinander)

8.4.2 Spannungsausgang V2 - 10 V FS

Spannungshub:	$U_S = 0$ V bis 10 V $\pm 2\%$ FS
Max. Signalwelligkeit:	$dU_S = 5\%$ FS
Kleinster zulässiger Lastwiderstand:	$R_L = 2$ k Ω
Größte zulässige Lastkapazität:	$C_L = 1$ nF
Größte zulässige Lastinduktivität:	$L_L = 100$ nH
Kurzschlussfest:	ja (XAO - alle Anschlüsse zueinander)

8.4.3 Stromausgang C1 - 20 mA FS

Stromsignalhub:	$I_s = 0 \text{ mA bis } 20 \text{ mA} \pm 2\% \text{ FS}$
Max. Signalwelligkeit:	$dI_s = 5\% \text{ FS}$
Kleinster zulässiger Lastwiderstand:	$R_l = 0 \ \Omega$
Größter zulässiger Lastwiderstand:	$R_l = 250 \ \Omega$

8.5 Meldeausgänge

Die Meldeausgänge sind sowohl untereinander als auch gegenüber der FC01-Ex Elektronik galvanisch getrennt.

8.5.1 Relaisausgänge (Wechslerkontakte DC oder AC Schaltspannung)

Steckerbelegung:	Signalname	Stecker XAH
	Limit Switch 1 / Schirm	1
	Limit Switch 1 / Schließer	2
	Limit Switch 1 / Gemeinsamer	3
	Limit Switch 1 / Öffner	4
	Limit Switch 2 / Schirm	5
	Limit Switch 2 / Schließer	6
	Limit Switch 2 / Gemeinsamer	7
	Limit Switch 2 / Öffner	8

Ohmsche Last

Max. zulässige Schaltleistung:	50 W
Max. zulässiger Schaltstrom:	1 A
Max. zulässiger Dauerstrom:	1 A
Max. zulässige Schaltspannung:	50 V
Kontaktlebensdauer bei 1 A:	3×10^5 Schaltspiele

Induktive Last - mit Schutzbeschaltung - Wechselspannung

Max. zulässige Schaltleistung:	125 VA
Max. zulässiger Schaltstrom:	1,25 A
Max. zulässiger Dauerstrom:	1,25 A
Max. zulässige Schaltspannung:	100 V
Kontaktlebensdauer $\cos \varphi = 0,5$:	$2,4 \times 10^5$ Schaltspiele
Isolationsspannung:	Meldekontakt - Zentralelektronik 500 V
	Meldekontakt - Meldekontakt 500 V

8.5.2 Open-Collector-Ausgänge (DC Schaltspannung)

Steckerbelegung:	Signalname	Stecker XAH	Polarität
	/ ERROR Emitter	1	-
	/ ERROR Collector	2	+
	/ BUSY / PULSE Emitter	3	-
	/ BUSY / PULSE Collector	4	+
	Limit Switch 2 Emitter	5	-
	Limit Switch 2 Collector	6	+
	Limit Switch 1 Emitter	7	-
	Limit Switch 1 Collector	8	+

Spannungspegel

Low Pegel - aktiv:	$U_{ce} < 0,8 \text{ V}$ für $I_c < 10 \text{ mA}$ $U_{ce} < 1 \text{ V}$ für $I_c < 100 \text{ mA}$
High Pegel - passiv:	$U_{ce} < 48 \text{ V}$ $U_{ce \text{ max}} = 60 \text{ V}$ max. Leckstrom $\leq 25 \mu\text{A}$
Verpolungsschutz:	ja - $I_{\text{max}} < 1 \text{ A}$
Kurzschlusschutz:	ja - $I_{\text{max}} < 1 \text{ A}$

Ohmsche Last

Max. zulässige Schaltleistung:	1,5 W
Max. zulässiger Schaltstrom:	150 mA
Max. zulässige Schaltspannung:	36 V

Induktive Last - $L < 100 \text{ mH}$

(Gleichspannung - ohne externe Schutzbeschaltung)

Max. zulässige Schaltleistung:	1,5 VA
Max. zulässiger Schaltstrom:	40 mA
Max. zulässige Schaltspannung:	36 V

Kapazitive Last - $C < 20 \mu\text{F}$

Max. zulässige Schaltleistung:	1,5 VA
Max. zulässiger Schaltstrom:	1,5 A
Max. zulässige Schaltspannung:	36 V
Isolationsspannung:	Meldeeingang - Zentralelektronik 500 V Meldeeingang - Meldeeingang 500 V

8.6 Messtechnische Daten

8.6.1 Strömungsgeschwindigkeitsmessung:

Medium:	Luft	Wasser
Messbereich:	0 ... 20 m/s	0 ... 3 m/s
Messgenauigkeit:	$\pm 10\%$ MBE * ¹⁾	$\pm 10\%$ MBE *
Reproduzierbarkeit: (5% MBE – 100% MBE)	$\pm 1\%$ MW **	$\pm 1\%$ MW **

8.6.2 Temperaturmessung:

Messbereich:	-40 ... 90 °C	0 ... 90 °C
Messgenauigkeit:	$\pm 1\%$ MB ***	$\pm 1,5\%$ MB ***

8.6.3 FC01-Ex Elektronikmodul

Temperaturgang der Elektronik:	$\pm 0,1\%/K/MBE$ *	$\pm 0,35\%/K/MBE$ *
Thermische Einlaufzeit bis zum Erreichen der vollen Messgenauigkeit:	15 min	15 min

* MBE - Messbereichsendwert

** MW - Messwert

*** MB - Messbereich

¹⁾ höhere Genauigkeiten auf Anfrage

8.7 Sensorinterface - Elektrische Daten

Terminal	Mnemonik	Daten
XSK1	R(HEIZ)-LO	Funktion: Anschluss für neg. Pol des Heizelementes Drain-Ausgang des Heizstromreglers Max. Sink-Strom: $I_{\text{sink}} = 88 \text{ mA}$ Spannungsfestigkeit: $-0,5 \text{ V} \dots +20 \text{ V DC}$
XSK2	R(HEIZ)-HI	Funktion: Anschluss für pos. Pol des Heizelementes Hi-Potential der Heizstromquelle Ausgangsspannungsbereich (lastabhängig) $U_a = 21 \text{ V} \dots 24 \text{ V DC}$ Max. Ausgangsstrom: $I_{\text{max}} = 100 \text{ mA}$ Nicht kurzschlussfest
XSK3	R(Tref)-HI	Funktion: Anschluss für pos. Pol des RTD zur Erfassung der Mediumtemperatur Eingangswiderstand: $> 1 \text{ G}\Omega$ Spannungsfestigkeit: $-17 \text{ V} \dots +30 \text{ V DC}$
XSK4	R(Tref)-LO	Funktion: Anschluss für neg. Pol des RTD zur Erfassung der Mediumtemperatur Eingangswiderstand: $> 1 \text{ G}\Omega$ Spannungsfestigkeit: $-17 \text{ V} \dots +30 \text{ V DC}$
XSK5	AGND	Funktion: Analog-Ground Bezugspotential der Exitations-Stromquelle zum Betrieb der RTD
XSK6	IS	Funktion: Ausgang der Exitations-Stromquelle zum Betrieb der RTD Exitations-Strom: $1 \text{ mA} \pm 1\%$ Zulässiger Lastbereich: $R_{\text{last}} = 0 \dots 2 \text{ k}\Omega$ Spannungsfestigkeit: $\pm 15 \text{ V DC}$
XSK7 XSK8	SGND	Funktion: Schirm-Ground Anschlüsse für die Schirmung des Sensor - Anschlusskabels
XSK9	R(Tdiff)-LO	Funktion: Anschluss für neg. Pol des beheizten RTD Eingangswiderstand: $> 1 \text{ G}\Omega$ Spannungsfestigkeit: $-17 \text{ V} \dots +30 \text{ V DC}$
XSK10	R(Tdiff)-HI	Funktion: Anschluss für pos. Pol des beheizten RTD Eingangswiderstand: $> 1 \text{ G}\Omega$ Spannungsfestigkeit: $-17 \text{ V} \dots +30 \text{ V DC}$

9 Beispiele

9.1 Beispiel 1: Kalorimetrischer Messkopf - Medium Wasser - Neukurve

Aufgabenstellung

Zur Regelung in einem Wasserkühlkreislauf soll ein FC01-Ex mit kalorimetrischem Messkopf eingesetzt werden.

Die zu messende bzw. zu regelnde Strömungsgeschwindigkeit liegt im Bereich von 0,00 m/s ... 1,80 m/s bei einer konstanten Mediumtemperatur von ca. 82 °C.

Als Referenzmessgerät steht leihweise ein Strömungsmessgerät zur Verfügung.

Lösungsansatz

Da die Anforderungen an die Genauigkeit nicht sonderlich hoch sind ($\pm 5\%$) wird davon ausgegangen, dass eine Stützpunktzahl von 10 die gestellte Aufgabe zufriedenstellend löst. Sollten die Anforderungen an die Genauigkeit höher sein, ist eine Erweiterung der Stützpunktzahl bis auf 20 möglich.

Die Verteilung der 10 Stützpunkte soll über den gesamten Messbereich linear erfolgen.

Umsetzung des Lösungsansatzes

Bevor der kundenspezifische Abgleich durchgeführt werden kann, muss im Untermenü **SENSOR SELECT** der Sensortyp **CALORIM.** sowie im Untermenü **MEDIUM SELECT - FLUID** ausgewählt werden.

Als C-Wert, welcher die sensorspezifischen Toleranzen beschreibt, wird der am Sensor aufbrachte Wert 1023 eingegeben. Der T-Wert ist eine Kennzahl für die Temperaturabhängigkeit des Sensors und muss bei dieser Applikation nicht berücksichtigt werden. Der voreingestellte Wert von 50 wird übernommen.

Nach Eingabe bzw. Bestätigung der sensorspezifischen Daten werden die Tasten **▲ UP** und **▼ DOWN** betätigt, um in das Abgleichmenü **CUSTOMER TRIM** zu verzweigen.

Nach Eingabe der dreistelligen Kennzahl - **ACCES CODE** - (siehe Kap. 5.1.1.4.1) beginnen die für den kundenspezifischen Abgleich notwendigen Einstellungen.

Da eine bereits abgeleitete kundenspezifische Kennlinie komplett überschrieben werden soll, ist die Frage nach der Art der Kurve - **CHARACTERISTICS** - mit **new** zu beantworten. Die ausgewählten Abgleichpunkte werden in diesem Fall mit Daten vorbelegt (siehe Kap. 4.2.5).

Als Anzahl der Abgleich-/Stützpunkte - **NUMBER OF TRIM POINTS** - ist mit **▲ UP** und **▼ DOWN** entsprechend dem Lösungsansatz 10 einzustellen.

Der Temperaturdifferenzsollwert - **TEMPERATURE DIFFERENCE** - ist der Tabelle unter Punkt 4.2.1 zu entnehmen. Dort ist für Wasser, in diesem Strömungsgeschwindigkeitsbereich, eine Temperaturdifferenz von 3,3 °C angegeben.

Da in diesem Beispiel von einer neu zu erstellenden kundenspezifischen Kennlinie ausgegangen wird, muss lediglich dem Abgleichpunkt 10 die höchste Strömungsgeschwindigkeit (1,80 m/s) zugeordnet werden. Die weiteren Abgleichpunkte (9 ... 1) werden automatisch folgendermaßen linear vorbelegt.

Abgleichpunkt	V [m/s]					
10	1,80					
9	1,60					
8	1,40					
7	1,20					
6	1,00					
5	0,80					
4	0,60					
3	0,40					
2	0,20					
1	0,00					

Nachdem der Abgleichpunkt 10 mit 1,80 m/s eingestellt wurde, und die Strömungsgeschwindigkeit auch tatsächlich entsprechend reguliert wurde, wird der automatische Abgleich durch gleichzeitiges Drücken der Tasten ▲ UP und ▼ DOWN gestartet.

Nach Beendigung der Heizphase sowie des Abgleichvorganges wurde für die Strömungsgeschwindigkeit 1,80 m/s folgender Wert **Y** ermittelt.

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y				
10	1,80	35400				
9	1,60					
8	1,40					
7	1,20					
6	1,00					
5	0,80					
4	0,60					
3	0,40					
2	0,20					
1	0,00					

Dieser Wert stellt die Heizleistung dar, die nötig ist, um die Geschwindigkeit von 1,80 m/s zu erfassen. Nachdem der Wert übernommen wurde, ist mit den Abgleichpunkten 9 ... 1 genauso zu verfahren.

Als **Y**-Werte der Abgleichpunkte 9 ... 1 wurden folgende Werte erfasst:

Nach dem letzten Abgleichpunkt wird die Mediumtemperatur, bei welcher der Abgleich stattgefunden hat (bei diesem Beispiel **TRIM IS READY! TEMP = 82.8 °C**), im Display angezeigt.

Der Abgleichvorgang ist nun beendet!

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y				
10	1,80	35400				
9	1,60	35267				
8	1,40	35158				
7	1,20	35063				
6	1,00	34890				
5	0,80	34668				
4	0,60	34347				
3	0,40	33846				
2	0,20	32957				
1	0,00	24635				

Bevor das Untermenü verlassen wird, werden die Abgleichdaten durch Drücken der Taste **M** dauerhaft gespeichert.

Überprüfung der Lösung

Um die ermittelte Kennlinie zu überprüfen, wird die Strömungsgeschwindigkeit nochmals auf die einzelnen Abgleichpunkte eingestellt und, mit den angezeigten Werten des FC01-Ex, im Messbetrieb verglichen.

Dabei ergeben sich folgende Testwerte:

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y	V [m/s] Testdaten	Abweichung [%MBE]	
10	1,80	35400	1,94	-7,78	
9	1,60	35267	1,67	-3,89	
8	1,40	35158	1,38	1,11	
7	1,20	35063	1,18	1,11	
6	1,00	34890	0,99	0,56	
5	0,80	34668	0,80	0,00	
4	0,60	34347	0,61	-0,56	
3	0,40	33846	0,42	-1,11	
2	0,20	32957	0,21	-0,56	
1	0,00	24635	0,01	-0,56	

Die Überprüfung der Abgleichpunkte zeigt, dass der Abgleichpunkt 10 außerhalb der geforderten Toleranz liegt.

Ursache hierfür kann u. a. eine nicht konstante Strömungsgeschwindigkeit während des Abgleichvorganges für Punkt 10 sein.

Um die Genauigkeit bei 1,80 m/s zu erhöhen, wird dieser Abgleichpunkt nochmals ermittelt.

Korrektur einer Kennlinie

Zur Korrektur einer kundenspezifischen Kennlinie wird, wie bei der Ermittlung der Kurve, in das Menü **CUSTOMER TRIM** verzweigt.

Die Frage nach der **CHARACTERISTIC** wird mit **old** beantwortet, da die abgelegte Kennlinie im wesentlichen erhalten bleibt und nur der Punkt 10 korrigiert wird.

Alle weiteren Daten (Abgleichpunkte, Temperaturdifferenz) bleiben unverändert und werden mit der Taste **M** übernommen.

Bei Abgleichpunkt 10 wird die eingestellte Strömungsgeschwindigkeit von 1,80 m/s bestätigt und der automatische Abgleich, wie unter **Umsetzung des Lösungsansatzes** beschrieben, gestartet.

Für die Strömungsgeschwindigkeit von 1,80 m/s ist nun folgender Wert **Y** ermittelt worden:

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y				
10	1,80	35346				

Dieser korrigierte Wert wird übernommen!

Alle weiteren Abgleichdaten bleiben unverändert und werden mit der Taste **M** bestätigt, bis das Ende des Abgleichmenüs erreicht ist.

Bei einer erneuten Überprüfung der Kennlinie ergeben sich nun folgende Testwerte:

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y	V [m/s] Testdaten	Abweichung [%MBE]
10	1,80	35346	1,85	-2,78
9	1,60	35267	1,67	-3,89
8	1,40	35158	1,38	1,11
7	1,20	35063	1,18	1,11
6	1,00	34890	0,99	0,56
5	0,80	34668	0,80	0,00
4	0,60	34347	0,61	-0,56
3	0,40	33846	0,42	-1,11
2	0,20	32957	0,21	-0,56
1	0,00	24635	0,01	-0,56

Das Beispiel zeigt, dass sich nach der Korrektur des Abgleichpunktes 10 auch dieser in der geforderten Toleranz von $\pm 5\%$ befindet.

Erweiterung einer Kennlinie

Wie unter Punkt 4.2.7 beschrieben, besteht die Möglichkeit eine bestehende Kennlinie nach oben zu erweitern.

In dem Applikationsbeispiel 1 soll der Strömungsgeschwindigkeitsbereich um 0,30 m/s erweitert werden. Das bedeutet, dass noch zwei zusätzliche Abgleichpunkte nötig sind, bei 1,95 m/s sowie bei 2,10 m/s.

Dazu wird wieder in das Abgleichmenü CUSTOMER TRIM verzweigt. Der Charakteristik der Kennlinie wird old zugewiesen, da die bestehende Kennlinie nicht gelöscht, sondern erweitert werden soll.

Die Anzahl der Abgleichpunkte wird von 10 auf 12 erhöht, die Temperaturdifferenz muss unverändert auf 3,3 °C eingestellt bleiben.

Nun wird dem Abgleichpunkt 12 die Strömungsgeschwindigkeit 2,10 m/s zugewiesen (er wurde aus Gründen der Bedienerfreundlichkeit bereits mit 1,82 m/s vorbelegt) und der automatische Abgleich gestartet. Ist der Wert Y für Punkt 12 ermittelt, wird dem Abgleichpunkt 11 eine Geschwindigkeit von 1,95 m/s zugewiesen (er wurde auf 1,81 m/s vorbelegt) und ebenfalls der automatische Abgleich gestartet.

Alle weiteren Abgleichdaten bleiben unverändert und werden mit der Taste **M** bestätigt, bis das Ende des Abgleichmenüs erreicht ist.

Abgleichpunkt	V [m/s]	Y				
12	2,10	35441				
11	1,95	35396				
10	1,80	35346				
9	1,60	35267				
8	1,40	35158				
7	1,20	35063				
6	1,00	34890				
5	0,80	34668				
4	0,60	34347				
3	0,40	33846				
2	0,20	32957				
1	0,00	24635				

Manuelle Eingabe einer Kennlinie

Weiterhin besteht die Möglichkeit, eine kundenspezifische Kennlinie über Tastatur einzugeben. Dies kann sinnvoll sein, wenn mehrere FC01-Ex in gleicher Art und Weise (Medium, Einbauverhältnisse etc.) eingesetzt werden.

Soll die erweiterte Kennlinie aus Beispiel 1 auf einen zweiten FC01-Ex dupliziert werden, ist zunächst im Menü **SENSOR SELECT** der kalorimetrische Sensortyp auszuwählen, sein C-Wert einzustellen und im Menü **MEDIUM SELECT - FLUID** anzugeben.

Die weiteren Eingaben sind wie unter „Umsetzung des Lösungsansatzes“ beschrieben, vorzunehmen.

CHARACTERISTIC	→	neu
NUMBER OF TRIM POINTS	→	12
TEMPERATURE DIFFERENCE	→	3,3

Die Daten für die Kennlinie werden der Tabelle von Seite 77 entnommen und entsprechend am FC01-Ex eingestellt.

Dem Abgleichpunkt 12 wird die Strömungsgeschwindigkeit 2,10 m/s zugewiesen. Im Unterschied zum automatischen Abgleich wird nur der zugehörige **Y**-Wert von 35441 über die Tastatur eingegeben. Für Punkt 11 werden 1,95 m/s und 35396 eingestellt usw.

Diese Prozedur wird solange wiederholt, bis die komplette Kennlinie eingestellt wurde.

Nachdem die Daten für Punkt 1 eingegeben und bestätigt sind, erscheint im Display die Meldung **TRIM IS READY! TEMP = 25.0 °C**.

Im Unterschied zum Automatischen Abgleich wird die Abgleichtemperatur, bei der die Kennlinie ermittelt wurde, blinkend dargestellt und muss manuell auf 82,8 °C eingestellt werden (siehe „Umsetzung des Lösungsansatzes“)

Die Abgleichdaten sind nun komplett eingegeben!

Bevor das Untermenü verlassen wird, werden sie Abgleichdaten durch Drücken der Taste **M** dauerhaft gespeichert.

9.2 Beispiel 2: Stützpunktverteilung

Aufgabenstellung

Es soll in Luft bei einer max. Strömungsgeschwindigkeit von 25 m/s gemessen werden.

Der Messbereichsanfang liegt bei 0 m/s. Als Referenz dient eine geeichte kalorimetrische Messstrecke. Das zugehörige Messgerät zeigt die Strömungsgeschwindigkeit in m/s an.

Der Messbereich des Referenzgerätes ist von 1 m/s bis 40 m/s spezifiziert, der Messfehler ist mit 1% vom Messwert festgelegt.

Der sich ergebende Gesamtfehler soll < 3% MBE sein.

Lösungsansatz

Umsetzung des Lösungsansatzes

Mit folgender Formel lassen sich die Stützpunkte bei einem störungsfreien Strömungsprofil errechnen.

$$AB = MA + (MB \times (1 - e^{-((SP-1) \times g)/SG}))$$

$$g = 2,5 \times (SP - 1)/SG$$

AB - Abgleichpunkt [m/s]

MA - Messbereichsanfang [m/s] = 0 m/s

ME - Messbereichsendwert [m/s] = 25 m/s

MB - Messbereich [m/s]

$$MB = ME - MA = 25 \text{ m/s}$$

SP - Stützpunkt Nr.

SG - Stützpunktgesamtzahl = 16

g - Verteilungskoeffizient

Mit Hilfe der obigen Formeln errechnen wir die Abgleichpunkte.

V_{in} zeigt die alternative lineare Stützpunktbelegung.

Überprüfen der Lösung

Projiziert man die vorgeschlagenen Stützpunkte auf die bei FlowVision verwendete Normkurve, so ergibt sich der größte Fehler zu 0,5% MBE.

Dies ist deutlich unterhalb der geforderten $\pm 3\%$ MBE (0,75 m/s).

Bei einer linearen Stützpunktverteilung würde sich der größte Fehler zu 2,4% ergeben. Auch dies ist eine ausreichende Lösung, mit der Arbeitserleichterung die Stützpunkte nicht berechnen zu müssen.

SP Nr.	g	V [m/s]		V _{lin} [m/s]
16		25,00	gesetzt auf den MB Endwert	25,00
15	2,19	21,31		23,33
14	2,03	20,20		21,66
13	1,88	18,87		20,00
12	1,72	17,33		18,33
11	1,56	15,58		16,66
10	1,41	13,67		15,00
9	1,25	11,62		13,33
8	1,09	9,51		11,66
7	0,94	8,41		10,00
6	0,78	5,42		8,33
5	0,63	3,62		6,66
4	0,47	2,10		5,00
3	0,31	0,96		3,33
2	0,16	0,24		1,66
1		0,00	gesetzt zu Null	0,00

Anhang 1 - Verhalten der Digital- und Analogausgänge bei den versch. Betriebs- und Fehlerzuständen

Betriebs-/ Fehlerzustand	LIMIT SWITCH 1	LIMIT SWITCH 2	NO ERROR	NOT BUSY bzw. Frequenzausgang	ANA OUT FLOW	ANA OUT TEMP.
Einschaltmoment (Reset)	ON	ON	ON	ON	MAX	MAX
Einschalttest aktiv	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 1	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 2	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 3	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 4	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 5	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Heizphase aktiv	OFF	OFF	ON	OFF	MIN	MIN
Normalbetrieb	X	X	ON	ON	X	X
Konfiguration aktiv	OFF	OFF	ON	OFF	MIN	MIN
Parametrierung aktiv	OFF	OFF	ON	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 50	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 10	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 20	X	X	OFF	ON	X	X
Fehler Nr. 21	OFF	OFF	OFF	OFF	MIN	MIN
Fehler Nr. 30	X	X	OFF	ON	X	X
Fehler Nr. 31	X	X	OFF	ON	X	X
Fehler Nr. 60 *	X	X	OFF	FA	X	X
Fehler Nr. 40	X	X	Y	ON	X	X
Fehler Nr. 41	X	X	Y	ON	X	X

* Nur bei gewähltem Frequenzausgang

X = norm. Betriebsverhalt

Y = OFF-Impuls

FA = Frequenzausgabe 10 Hz

Hinweis: Bei Fehler Nr. 40/41 wird ein interner Reset generiert.

Verhalten der Ausgänge vor beschr. Fehlerzustand → siehe Einschaltmoment (Reset)

Tabelle 1

Projekt:		Bearbeiter:				Datum:
Messkopf Typ:	T =					
TRIM POINT	V _{ref} [m/s]	V _{fm1} [m/s]	C = Y _{T1} [Digit]	Y _{T1} [Hz]	Y _{T2} [Digit]	
20						T1 = °C T2 = °C T = 50 + (Y _{T2} - Y _{T1}) / (T2 - T1)
19						
18						
17						
16						
15						
14						
13						
12						
11						
10						
9						
8						
7						
6						
5						
4						
3						
2						
1						



FlowVision GmbH

Im Erlen 6
90518 Altdorf

Telefon 09187 · 9 22 93 - 0
Telefax 09187 · 9 22 93 - 29

info@flowvision-gmbh.de
www.flowvision-gmbh.de