

FTC400

Gasanalyse mittels kombinierter
Wärmeleitfähigkeits- und
Infrarotmessung



Hinweise zu dieser Gebrauchsanweisung

Vielen Dank, dass Sie sich für den FTC400 von Messkonzept entschieden haben. Das Messgerät wurde nach den höchsten Qualitätsstandards entwickelt und gebaut, um einen störungsfreien und zuverlässigen Betrieb zu gewährleisten.

Copyright © 2024 Messkonzept GmbH.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Die Verwendung von Texten und Abbildungen, auch auszugsweise, außerhalb der gesetzlich zugelassenen Nutzung bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung von Messkonzept.

Alle Angaben zu Funktionsweise und Gebrauch des Messgerätes, einschließlich der Informationen in dieser Gebrauchsanleitung wurden nach bestem Wissen und Gewissen von Messkonzept erstellt. Für Fehler wird keine Haftung übernommen. Bilder und Zeichnungen sind ggf. nicht maßstabsgetreu. Auf Anfrage erhalten Sie von Messkonzept die aktuelle Version dieser Gebrauchsanleitung (oder besuchen Sie www.messkonzept.de).

Anregungen und Anmerkungen bezüglich des Produktes und der Gebrauchsanleitung werden gerne entgegengenommen.

Hinweis! Unsere Messgeräte werden ständig weiterentwickelt und verbessert. Daher können kleine Abweichungen zur Gebrauchsanleitung auftreten.

Wichtig! Bei Schriftverkehr bezüglich des Messgerätes benötigen wir die Seriennummer, welche sich auf dem Typenschild auf der rechten Seite des Messgerätes befindet. Sie erreichen uns unter folgender Adresse:

Messkonzept GmbH
Niedwiesenstr. 33
60431 Frankfurt
Germany

Tel: +49(0)69 53056444
Fax: +49(0) 69 53056445
email: info@messkonzept.de
www.messkonzept.de

Gebrauchsanweisung bezieht sich auf: FTC400 mit Firmware Version 2.000 oder neuer
Veröffentlichung der Gebrauchsanweisung am: 29. März 2024

Schnellinstallationsanleitung

Für eine schnelle Einrichtung des FTC400 wird auf die folgenden Kapitel verwiesen:

- Kapitel 1 "Sicherheitshinweise": Warnungen, Sicherheitshinweise und bestimmungsgemäßer Gebrauch des Geräts.
- Kapitel 3 "Einrichten des Instrumentes": Montage des FTC400, pneumatische und elektrische Anschlüsse. Hierzu ebenfalls: Kapitel 10 "Anhang: Maßzeichnung für Montage"
- Abschnitt 2.4 "Kalibrieren": Empfohlene Kalibrierungsintervalle, Kalibriervorgang und Funktionstest.

Inhaltsverzeichnis

1	Sicherheitshinweise	5
1.1	Bemerkungen zu den verwendeten Symbolen	5
1.2	Bestimmungsgemäßer Gebrauch	6
1.2.1	Entsorgungshinweise	8
2	Das Messprinzip und seine Umsetzung	9
2.1	Konzentrationsbestimmung mittels Wärmeleitfähigkeit	9
2.2	Selektive Messung infrarotaktiver Gase	12
2.3	Analyse komplexer Gasgemische	13
2.4	Kalibrieren	13
2.4.1	Offset and Gain Calibration	14
2.4.2	Durchführung der Kalibrierung	18
2.4.3	Ersatzgase	19
3	Einrichten des Instrumentes	20
3.1	Montage des FTC400	20
3.2	Gasanschlüsse	21
3.3	Elektrische Anschlüsse und Erdung	21
3.3.1	Anforderungen an die elektrischen Anschlüsse	21
3.3.2	Erdung	22
3.3.3	Datenaustausch über serielle Schnittstelle (RS-232)	23
4	Bedienpanel	24
4.1	Display	24
4.2	Taster	24
5	Anzeige des Messgerätes	26
5.1	Startbildschirm - Warm-up	26
5.2	Arbeitsbildschirm	26
5.2.1	Darstellung eines Messwertes	27
5.2.2	Darstellung mehrerer Messwerte	27
6	Allgemeine Gerätekonfiguration	28
6.1	Hauptmenü	28
6.2	Diagnose	28
6.2.1	Parametermenü	29
6.2.2	Fehler und Maintenance Requests	29
6.2.3	Test der Relais, Analogausgänge und Anschlüsse	31

6.3	Instrument Setup	32
6.3.1	Auswahl der Anzeigeeinheit	32
6.3.2	Einstellung der elektronischen T90-Mittelungszeit	32
6.3.3	Access Modes	33
6.4	Output Setup	34
6.4.1	Einstellung des Stromausgangs	34
6.4.2	Einstellung des Spannungsausgangs	38
6.4.3	Relais Setup	40
6.5	Experten-Setup	43
6.5.1	Parameter	44
6.5.2	Passwörter	45
6.5.3	Resetfunktionen	45
7	Messgrößenbezogene Einstellungen	46
7.1	Auswahl des Gaspaars (nur mit Multi Gas Mode)	46
7.2	Kalibrieren	48
7.3	Auswahl des zu kalibrierenden Signals	48
7.3.1	Einstellen der Offset-Prüfgaskonzentration	49
7.3.2	Einstellen der Gain-Prüfgaskonzentration	49
7.3.3	Offset-Kalibrierung	50
7.3.4	Gain-Kalibrierung	51
7.4	Limit Setup	51
7.4.1	Einstellung eines Grenzwerts / Limits	52
7.4.2	Beispiele	54
7.5	Einstellung des analogen Ausgangsbereichs	55
8	Anhang: Fehlerbeschreibung und Behebung	56
9	Anhang: Technische Daten	60
9.1	Wärmeleitfähigkeitsmessung	60
9.1.1	Durchfluss	61
9.2	Infrarotmessung	62
9.3	Elektrische Spezifikationen	63
9.4	Zulässige Eigenschaften der zu messenden Probe	64
9.5	Umgebungsbedingungen	64
9.6	Maße	65
10	Anhang: Maßzeichnung für Montage	66

Kapitel 1

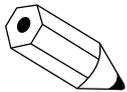
Sicherheitshinweise

Dieses Kapitel enthält Informationen und Warnungen, die beachtet werden müssen, um den ordnungsgemäßen Betrieb des Messgerätes zu gewährleisten. Bitte lesen Sie die Gebrauchsanleitung sorgfältig und beachten Sie die Sicherheitshinweise bevor Sie das Messgerät installieren und in Betrieb nehmen.

1.1 Bemerkungen zu den verwendeten Symbolen



Das Achtung-Symbol warnt vor Anwendungsfehlern oder Handlungen, die zu schweren Sicherheitsrisiken einschließlich Personenunfällen oder zu Fehlfunktionen des Messgerätes bis hin zu seiner Zerstörung führen können.



Das Hinweis-Symbol deutet auf eine zusätzliche Funktion oder einen Tipp hin.



Sicherheitshinweise für die Inbetriebnahme

- Zum sicheren Betrieb des Messgerätes müssen alle Anweisungen und Warnungen dieser Betriebsanleitung beachtet werden.
- Nehmen Sie das Messgerät erst in Betrieb, wenn es ordnungsgemäß installiert wurde. Montage, elektrische Installation, Betrieb und Instandhaltung des Messgerätes darf nur durch sachkundiges autorisiertes Personal durchgeführt werden. Dieses Personal muss die Betriebsanleitung des Messgerätes gelesen haben und die Anweisungen befolgen. Bewahren Sie die Betriebsanleitung für späteres Nachschlagen auf.
- Ein defektes Gerät muss vom Prozess getrennt werden! Dies gilt bei offensichtlichen Schäden am Gerät aber auch für nicht unmittelbar erklärbare Fehlfunktionen im Betrieb. Das Gerät ist unverzüglich pneumatisch vom überwachten Prozess zu trennen (Gaseingang und Gasausgang) und die Stromversorgung zu unterbrechen!
- Sorgen Sie dafür, dass der elektrische Anschluss und der Berührungsschutz mit den geltenden Sicherheitsbestimmungen übereinstimmen.
- Beachten Sie die örtlichen Vorschriften und Gegebenheiten bzgl. des Umgangs mit elektrischen Anlagen.
- Reparaturen am Gerät dürfen nur von der Firma Messkonzept durchgeführt werden.

1.2 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

- Die Messkonzept GmbH übernimmt keine Haftung bei unsachgemäßer Behandlung des Messgerätes. Unsachgemäße Behandlung kann durch eine Fehlfunktion des Messgerätes Gefahren verursachen.
- In die FTC-Gasanalytoren dürfen nur nicht-korrosive und kondensat-, staub-, aerosol-, ölbefreie Gase eingeleitet werden, es sei denn, die Ausführungsform der Geräte wird explizit als dafür geeignet erklärt. Bitte kontaktieren Sie info@messkonzept.de für weitere Informationen und mögliche Lösungen in Ihrer Anwendung.
- Die in dieser Gebrauchsanweisung im Anhang aufgeführten Spezifikationen geben die Bedingungen wieder, unter denen die hier beschriebenen Produkte betrieben werden dürfen. Individuelle Anforderungen, die sich aus der Messaufgabe des Kunden ergeben, werden mit dem Messaufgabefragebogen (Deutsch: Messaufgabe 2.01.1FB180619MPL1V007, Englisch: Measuring Task 2.01.1FB180619MPL1V007) ermittelt und festgehalten. Anforderungen, die vom Kunden im Fragebogen nicht angegeben sind, werden bei obligatorischer Bewertung der Messaufgabe durch die Messkonzept GmbH nicht berücksichtigt. In der Bewertung der Messaufgabe durch die Messkonzept GmbH wird auch festgehalten, ob die Messaufgabe mit den vorgeschlagenen Geräten ausgeführt werden kann. Zudem können dort auch von der Messkonzept GmbH Einschränkungen gefordert werden, die vom Kunden dann entsprechen umzusetzen und durchzuführen sind. Zu diesen Einschränkungen können beispielsweise spezielle Konditionierungen der Messprobe

durch Filtermaßnahmen und Messgaskühler oder Festlegungen der Druck- und Durchflussbereiche gehören.

- Die FTC-Gasanalytoren haben keine Metrologie-Kennzeichnung im Sinne des Mess- und Eichgesetzes (MessEV). Sie dürfen daher auch nicht für Analysen in medizinischen und pharmazeutischen Laboratorien oder in der Herstellung von Arzneimitteln in Apotheken auf Grund ärztlicher Verschreibung eingesetzt werden.
- Das Gerät darf nicht in Gefahrenbereichen des Explosionsschutzes eingesetzt werden. Nur Messgeräte, die mit der Kennzeichnung EX II 3G Ex nR IIC T4 Gc versehen sind, sind für den Einsatz in ATEX- Zone 2 geeignet.
- **Brennbare Gase:** Der Gasweg im Detektor ist auf Dichtheit geprüft. Die Versorgung mit brennbaren Gasen ist zulässig, aber die Dichtheit der Anschlüsse und des Detektors muss vor der Inbetriebnahme und regelmäßig während des Betriebs überprüft werden. Gasleckagen können eine explosive Atmosphäre verursachen! Wir empfehlen Ihnen dringend, die Option „Glasperlenfüllung“ zu wählen. Ob Ihr Gerät mit dieser Option ausgestattet ist, können Sie im Geräteprotokoll unter „Glasperlenfüllung“ nachlesen. Wenn das Gerät mit dieser Option ausgestattet ist, wird die Bildung einer explosionsfähigen Atmosphäre im Inneren des Gerätes durch die dichte Füllung des Gehäuses mit Glasperlen (Ø0,6mm) begrenzt.
- **Explosionsfähige Gase:** Unsere Geräte sind so konstruiert, dass es nicht zu einer Entzündung kommt, wenn bei ordnungsgemäßem Betrieb Gase bis zur Temperaturklasse T3 zugeführt werden; die maximale Oberflächentemperatur liegt unter 200 °C. Ein Fehler im Gerät kann zu einer Entzündung führen. Anwender unserer Geräte müssen vor dem Einsatz immer eine individuelle Risikobeurteilung durchführen, aus der die notwendigen Schutzmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden müssen. Die Verwendung von Flammensperren als Teil des individuellen Konzepts für den Umgang mit brennbaren Gemischen wird dringend empfohlen. Gerne unterbreiten wir Ihnen ein individuelles Angebot, wenn Sie Flammensperren benötigen.
- Prüfen Sie die Funktion und Dichtigkeit unserer Gasmessgeräte, der Verbindungen und Verrohrung und der Schutzeinrichtungen nach dem Einbau und sodann in regelmäßigen Abständen im Betrieb, insbesondere bei starken Beanspruchungen, wie z. B. bei Erschütterungen, Vibrationen und korrosiven Angriffen von innen oder außen. Wenn Sie eine Fehlfunktion an einem unserer Gasmessgeräte oder der Schutzeinrichtung feststellen oder vermuten, trennen Sie das betroffene Gasmessgerät sofort von der Spannungsversorgung und stoppen Sie unverzüglich die Gaseinleitung.
- Das Gehäuse des FTC400 darf niemals geöffnet werden, insbesondere nicht bei Geräten, die mit Glaskugeln gefüllt sind. Nach Öffnung ist die notwendige Fülldichte nicht mehr gegeben. Die Gewährleistung erlischt, wenn Sie das Gehäuse des FTC400 öffnen.
- Das Gerät und die Kabel müssen wirksam vor Beschädigung und vor UV-Licht (Schutzdach bei Aufstellung im Freien) geschützt werden.
- Der Gasweg im inneren des Messgeräts ist öl- und fettfrei und für Anwendungen mit reinem Sauerstoff geeignet („Cleaned for Oxygen“). Für solche Anwendungen ist Verschmutzung, wie sie beispielsweise durch Einleitung nicht-ölfreie Druckluft hervorgerufen wird, zu vermeiden.

Hinweis: Bitte bewahren sie diese Bedienungsanleitung für den künftigen Gebrauch auf.

1.2.1 Entsorgungshinweise

Das Gerät darf nicht über die Restmülltonne entsorgt werden. Soll das Gerät entsorgt werden, senden Sie dieses direkt an uns (ausreichend frankiert). Wir entsorgen das Gerät sachgerecht und umweltschonend.

Kapitel 2

Das Messprinzip und seine Umsetzung

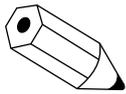
2.1 Konzentrationsbestimmung mittels Wärmeleitfähigkeit

Der Wärmeleitfähigkeitsdetektor (WLD) war der erste Gasanalysator, der um 1920 in der chemischen Industrie zu Prozessmessungen eingesetzt wurde, um die quantitative Zusammensetzung von Gas-mischungen zu bestimmen. Jedes Gas hat eine typische Wärmeleitfähigkeit, die abhängig von seiner Viskosität und molaren Masse ist. Die Messung beruht auf dem Prinzip, dass bei einer Mischung von Gasen mit verschiedenen Wärmeleitfähigkeiten das Gemisch eine von den Konzentrationen der Bestandteile abhängige Wärmeleitfähigkeit besitzt. Damit können die Anteile der einzelnen Gase bestimmt werden.

Der Hauptvorteil des WLD-Prinzips ist, dass auch Gase ohne permanentes Dipolmomenten, wie Edelgase (He, Ar, Ne, etc.) oder homonukleare Gase, wie H_2 oder N_2 , gemessen werden können. Gerade diese Gase sind mit der weit verbreiteten Infrarotmesstechnik nicht messbar. Zudem ist der WLD sehr robust und kostengünstig.

Das Prinzip der Wärmeleitfähigkeitsmessung ist insbesondere dann gut einzusetzen, wenn sich die zu messenden Gase deutlich hinsichtlich ihrer Wärmeleitfähigkeit unterscheiden und zusätzlich eines der drei folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Das Gasgemisch enthält nur zwei verschiedene Gase (binäres Gemisch), z.B. CO_2 in N_2 oder H_2 in N_2
- Die Wärmeleitfähigkeit von zwei oder mehreren Bestandteilen sind ähnlich, z. B. Messung von H_2 oder He in einer Mischung von O_2 und N_2 (quasi-binäre Gasgemische)
- Das Gasgemisch enthält mehr als zwei Gase, es variieren jedoch nur die Konzentrationen zweier Komponenten(-gruppen)
- Das Gasgemisch enthält mehr als zwei Gase, von welchen jedoch alle Konzentrationen bis auf die Konzentrationen zweier Komponenten über andere Messverfahren bestimmt werden können (wie im FTC400 durch Kombination von IR- und WLD-Sensordaten)



Die Wärmeleitfähigkeit aller Gase steigt mit der Temperatur. Der Anstieg der Wärmeleitfähigkeit ist sehr unterschiedlich für verschiedene Gase. Auf Kundenwunsch kann geprüft werden, ob durch eine Änderung der Temperatur von Wärmequelle und/oder Wärmesenke eine Erhöhung der Messempfindlichkeit oder eine Vermeidung von Querempfindlichkeiten möglich ist.

Die Querempfindlichkeit bedeutet die Empfindlichkeit der Messung auf ein anderes Gas als die Messkomponente. Störempfindlichkeit hingegen bezeichnet die Empfindlichkeit auf alles, was nicht die Gaszusammensetzung betrifft, wie beispielsweise der Gasdruck.

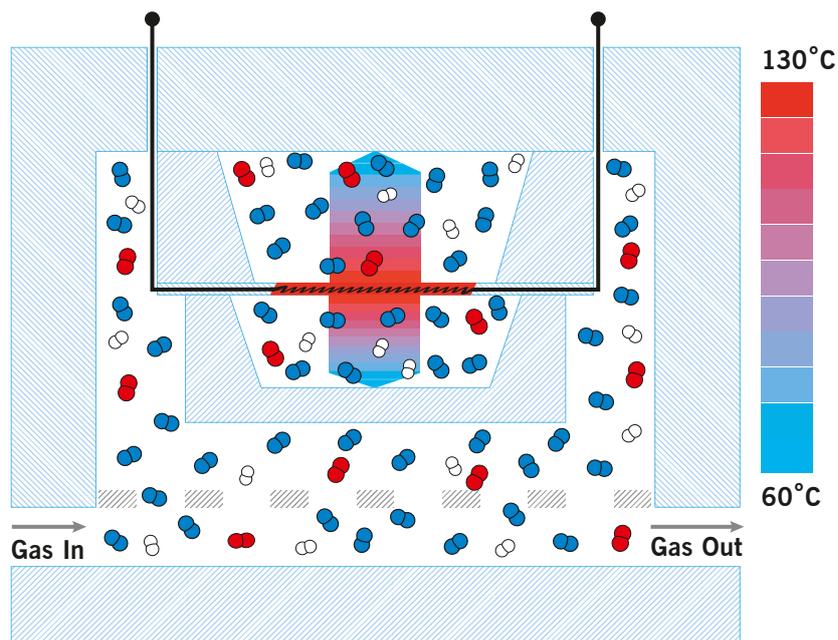


Abbildung 2.1: Schematische Darstellung der Wärmeleitfähigkeitsmessung. Der Sensor ist vom, auf konstanter Temperatur gehaltenen, Edelstahlblock umgeben.

Der FTC400 enthält einen Wärmeleitfähigkeitssensor um die quantitative Zusammensetzung von Gasgemischen zu bestimmen. Die Messung beruht auf der Wärmeübertragung zwischen einer Wärmequelle und einer Wärmesenke.

Das Messgas wird durch einen Edelstahlblock, welcher auf einer Temperatur von 63°C (in den meisten Anwendungen) erwärmt wird, geleitet. Ein Regelkreis hält die Temperatur konstant - der Block dient als Wärmesenke. Als Wärmequelle dient eine mikromechanisch hergestellte Membran mit aufgebrachtem Dünnschichtwiderstand im Inneren des Blocks. Die Temperatur der Membran wird durch einen zweiten Regelkreis auf 135°C (in den meisten Anwendungen) gehalten.

Unter- und Oberhalb der Membran sind zwei Hohlräume ausgebildet, in welche das Messgas hinein diffundieren kann. Die der Membran gegenüberliegenden Seiten der Hohlräume sind thermisch mit der Wärmesenke gekoppelt. In Abhängigkeit der Wärmeleitfähigkeit des Messgases verliert die Wärmequelle mehr oder weniger Energie, welche durch Heizen wieder ausgeglichen wird. Die zum Erhalt einer konstanten Temperatur der Membran benötigte Spannung ist ein Maß für die Wärmeleitfähigkeit des Messgases.

Messkomponente	Begleitkomponente	Basismessbereich	Kleinster Messbereich am Messbereichsanfang	Kleinster Messbereich am Messbereichsende	Multi Gas Mode
H ₂	O ₂	0% - 100%	0% - 0.5%	98% - 100%	Ja
H ₂	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 0.5%	98% - 100%	Ja
H ₂	Ar	0% - 100%	0% - 0.4%	99% - 100%	Ja
H ₂	He	20% - 100%	20% - 40%	85% - 100%	Auf Anfrage
H ₂	CH ₄	0% - 100%	0% - 0.5%	98% - 100%	Auf Anfrage
H ₂	CO ₂	0% - 100%	0% - 0.5%	98% - 100%	Auf Anfrage
He	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 0.8%	97% - 100%	Ja
He	Ar	0% - 100%	0% - 0.5%	98% - 100%	Ja
CO ₂	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 3%	96% - 100%	Ja
CO ₂	Ar	0% - 100%	0% - 20%	50% - 100%	Ja
Ar	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 3%	97% - 100%	Ja
Ar	CO ₂	0% - 100%	0% - 50%	80% - 100%	Ja
CH ₄	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 2%	96% - 100%	Ja
CH ₄	Ar	0% - 100%	0% - 1.5%	97% - 100%	Ja
O ₂	N ₂	0% - 100%	0% - 15%	85% - 100%	Ja
O ₂	Ar	0% - 100%	0% - 2%	97% - 100%	Ja
N ₂	Ar	0% - 100%	0% - 3%	97% - 100%	Ja
N ₂	CO ₂	0% - 100%	0% - 4%	97% - 100%	Auf Anfrage
NH ₃	H ₂	0% - 100%	0% - 5%	95% - 100%	Auf Anfrage
CO	H ₂	0% - 100%	0% - 2%	99.5% - 100%	Auf Anfrage
SF ₆	N ₂ / Luft	0% - 100%	0% - 2%	96% - 100%	Auf Anfrage

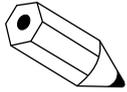
Tabelle 2.1: Messbereiche einer Auswahl typischer Gasgemische zur Analyse mit dem FTC400, Konzentrationen angegeben in Vol%.



Wie im Abschnitt 1.2 erwähnt dürfen explosionsfähige Gase nicht ohne geeignete Schutzmaßnahmen in das Gerät eingeleitet werden. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders eine Gefährdungsbeurteilung zu erstellen und daraus die geeigneten Schutzmaßnahmen abzuleiten.



Für brennbare Gase, wie H_2 , CH_4 usw. wird dringend der Einsatz eines FTC400 mit der Option "Glaskugelfüllung" empfohlen. Liegt eine Mischung eines brennbaren Gases mit einem Inertgas in solch einem Mischungsverhältnis vor, dass auch durch Hinzufügen einer beliebigen Menge Luft das Gemisch nicht explosionsfähig wird, nennt man sie total inertisiert. Total inertisierte Gasgemische können in Geräte ohne Glaskugelfüllung eingeleitet werden.



Der „Basismessbereich“ ist der größtmögliche Messbereichsumfang. Er ist standardmäßig im Messgerät vorgesehen. In ihm wird immer die Linearisierung durchgeführt. Die aus ihm durch Kalibration ableitbaren kleinsten Messbereiche am Anfang und Ende der Basismessspanne sind oben angegeben. Die möglichen kleinsten Messspannen im Bereich zwischen Basis-Messbereichsanfang und Messbereichsende lassen sich durch lineare Interpolation zwischen den oben angegebenen kleinsten Messbereichen abschätzen.

Der Multi Gas Mode (MGM) ist eine Konfiguration, die die aufeinanderfolgende Messung verschiedener Gaspaare ermöglicht. Das Gaspaar kann über das Bedienfeld oder über die RS232-Schnittstelle umgeschaltet werden. Üblicherweise werden Gaspaare mit der Bezeichnung "Yes" in Tabelle 2.1 verwendet. Gasgemische mit der Bezeichnung "On request" können auf Anfrage ebenfalls implementiert werden.

2.2 Selektive Messung infrarotaktiver Gase

Moleküle wie beispielsweise CO_2 , CH_4 , C_2H_6 , CO , NO , SO_2 und H_2O absorbieren infrarote Strahlung in spezifischen Wellenlängenspektren. Die Höhe der Absorption ist ein Maß für die Konzentration des betreffenden Gases. Der FTC400 ermöglicht die selektive Messung von bis zu drei infrarotaktiven Gasen in einem Gasgemisch. Dies wird erreicht durch einen Detektor, welcher mit bis zu drei verschiedenen Interferenzfiltern die IR-Absorption an verschiedenen Wellenlängen prüft. Die Auswahl der Interferenzfilter bestimmt somit, welche Gase analysiert werden können. Als Referenz wird ein vierter Messkanal eingesetzt, welcher in einem Wellenlängenbereich misst, in dem keines der Gase absorbiert. Die Kombination der IR-Messung mit der Wärmeleitfähigkeitsmessung erlaubt in vielen Fällen die vollständige Bestimmung komplexer Gasgemische.

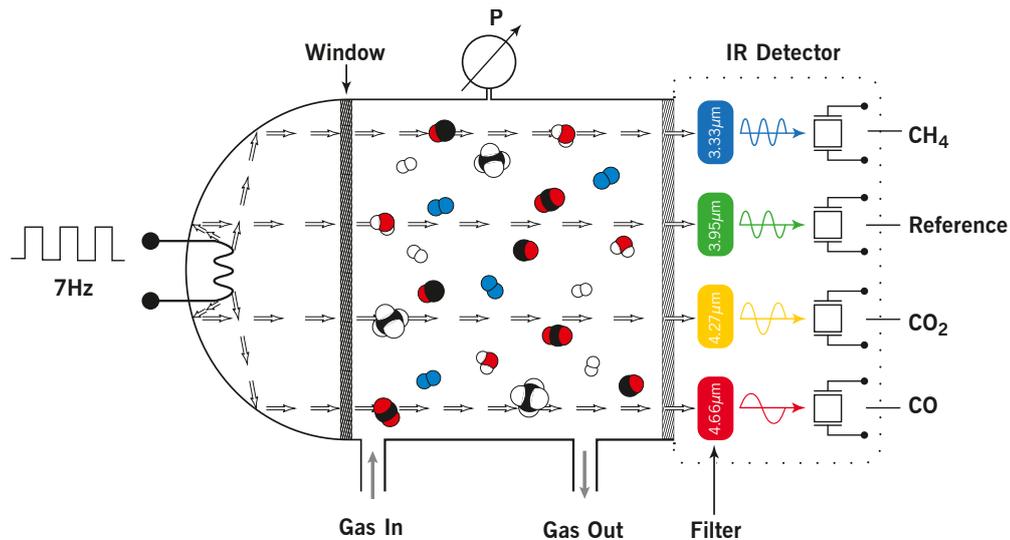
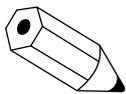


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung der IR-Messküvette im FTC400

2.3 Analyse komplexer Gasmischungen

Für (quasi-)binäre Gasmischungen lässt sich in den meisten Fällen aus einer einzigen physikalischen Eigenschaft des Gemischs, wie etwa der Wärmeleitfähigkeit bei einer gegebenen Temperatur, die Zusammensetzung des Gemischs sicher bestimmen. Für Gemische mit mehr als zwei variablen Gaskonzentrationen ist dies nicht mehr möglich: Querempfindlichkeiten treten auf, mehr Sensorinformationen müssen herangezogen werden, um die Konzentrationen der Mischungsbestandteile zu ermitteln. Die Zusammenführung von Infrarot- und Wärmeleitfähigkeitsmessungen erlaubt in vielen Fällen die vollständige quantitative Analyse komplexer Gasmischungen. Im FTC400 werden diese Messverfahren parallel eingesetzt und die notwendigen Kompensations-Berechnungen in einem Gerät kombiniert.

Dabei kommt ein mehrdimensionales Kompensationsmodell zum Einsatz, welches auf dem internen Mikrocontroller ausgewertet wird. Dieses Modell wird bei Messkonzept speziell auf Ihre Messaufgabe zugeschnitten um höchste Genauigkeit im für Sie relevanten Messbereich sicherzustellen.



In komplexen Gasmischungen treten Querempfindlichkeitseffekte auf, welche rechnerisch kompensiert werden müssen. Fehlerhafte Kalibrierung des/der selektiven Infrarotkanals/-kanäle wird sich somit auch auf die Analyseergebnisse anderer nicht-infrarotaktiver Gase auswirken. Beim Kalibrieren Ihres Gerätes ist es daher wichtig, dass Sie mit der Kalibrierung der Infrarotkanäle beginnen und erst im Anschluss die Kalibrierung der Wärmeleitfähigkeitsmessung durchführen (siehe: Abschnitt 7.3 "Auswahl des zu kalibrierenden Signals").

2.4 Kalibrieren

In diesem Abschnitt wird erläutert, wie die Nachjustierung des Gerätes vor Ort geplant und durchgeführt werden sollte. Unterschiedliche Installation, Taupunkt, Druck, Durchfluss und Prüfgasqualität

können zu einer Verschiebung der Anzeige führen. Außerdem kann der Messwert pro Woche um 2% des kleinsten Messbereichs schwanken, z.B. bei der Messung von H₂ in N₂ kann die Drift pro Woche 100 ppm betragen.

Lesen Sie die folgenden Seiten, bevor Sie mit der eigentlichen Kalibrieroutine beginnen! Fahren Sie erst danach mit Abschnitt 7.2 fort, wo die Kalibrierung über die Display-Schnittstelle erklärt wird.

2.4.1 Offset and Gain Calibration

Ziel der Kalibrierung ist es, sicherzustellen, dass die gemessene Konzentration mit der angegebenen Prüfgaskonzentration übereinstimmt. Dies wird durch die korrekte Einstellung von zwei Kalibrierungsparametern, **Offset** und **Gain** genannt, erreicht, die dem Ordinatenabschnitt und der Steigung einer im Gerät berechneten linearen Gleichung entsprechen. Die Abbildungen 2.3 und 2.4 zeigen, wie die Korrektur von Offset und Gain funktioniert.

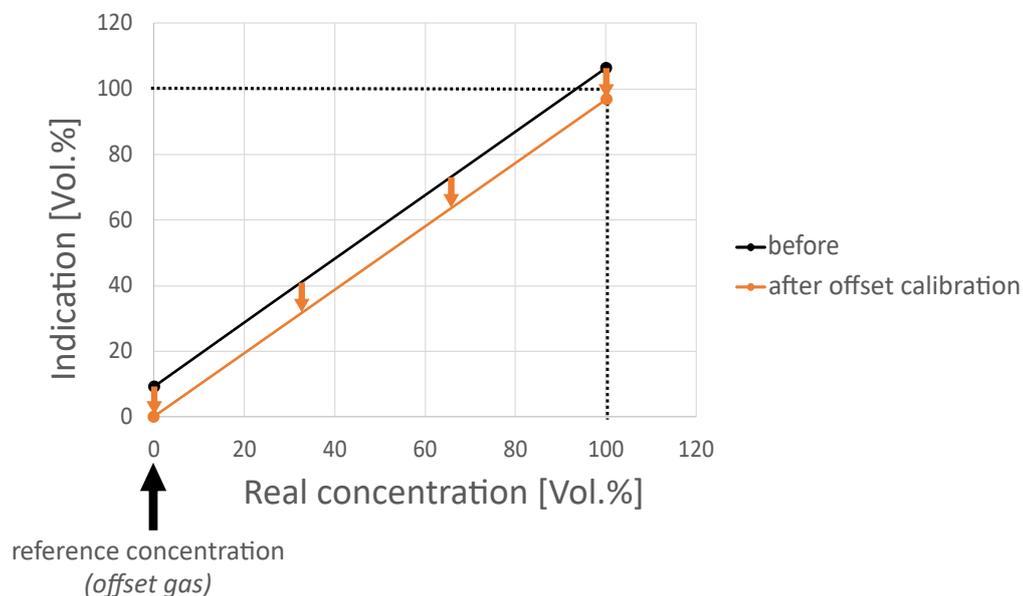


Abbildung 2.3: Offset-Kalibrierung

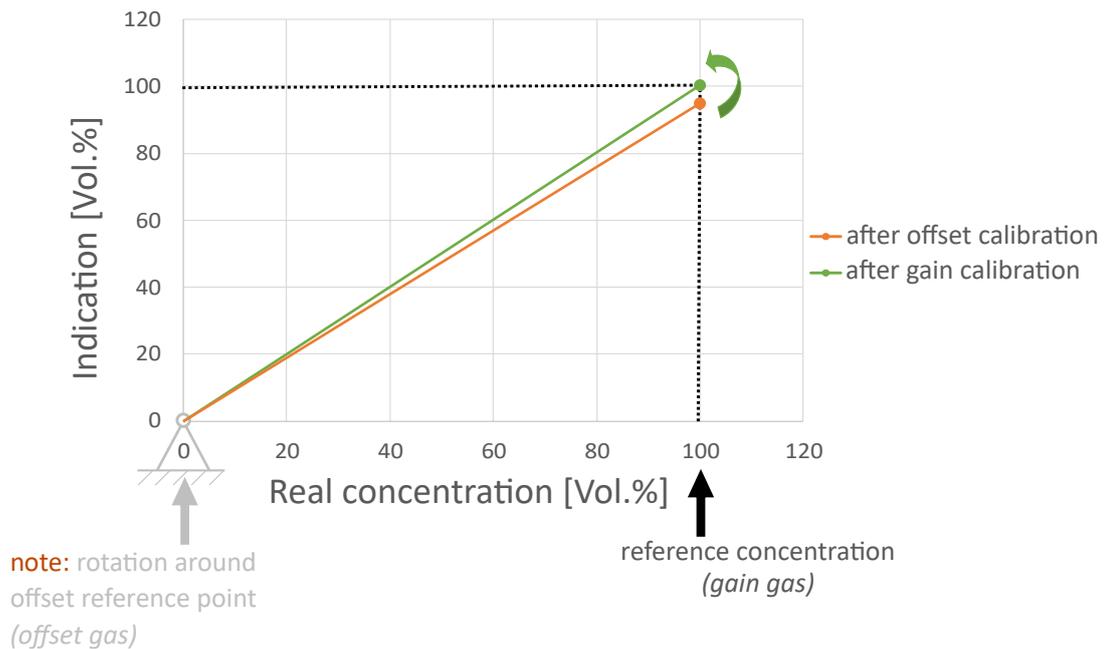


Abbildung 2.4: Gain-Kalibrierung nach erfolgter Offset-Kalibrierung

Zur Bestimmung von Offset und Gain muss eine Zweipunktkalibrierung durchgeführt werden. Die Konzentration der Offset-Prüfgase sollte in der Nähe des Startpunkts und die Konzentration des Gain-Prüfgases in der Nähe des Endpunkts des Messbereichs liegen - eine Abweichung von $\pm 10\%$ des Messbereichs vom Start- oder Endpunkt ist zulässig. Wenn Sie z. B. H₂ in O₂ in einem Messbereich von 0 Vol.-% - 100 Vol.-% messen, verwenden Sie reines O₂ als Offset-Prüfgas (Offset Gas = 0 Vol.-% H₂ in O₂) und reines H₂ für den Test des Gains (Gain Gas = 100 Vol.-% H₂ in O₂).

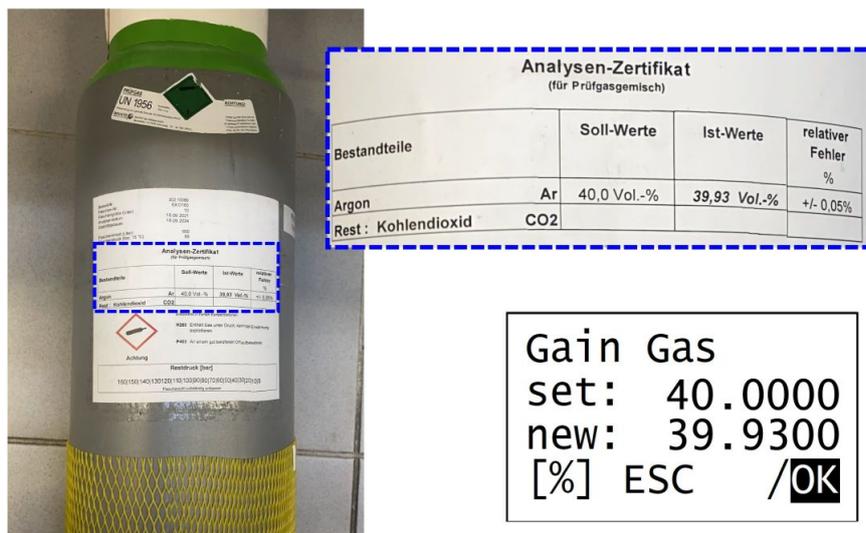


Abbildung 2.5: Einstellung der tatsächlichen Gaskonzentration einer Prüfgasflasche als Referenzkonzentration für Gain-Kalibrierung

Eine Zweipunktkalibrierung erfordert immer eine Offset-Kalibrierung direkt vor einer Gain-Kalibrierung! **Eine Ein-Punkt-Kalibrierung, bei der nur ein neuer Offset-Wert ermittelt wird, ist in den meisten Fällen ausreichend.** Sie eignet sich zur Korrektur von Drift oder Änderungen von Betriebsparametern wie Durchfluss, Druck oder Taupunkt. Im Vergleich zum Offset ist der Gain über Jahre hinweg stabil und wird von Änderungen des Durchflusses oder Drucks praktisch nicht beeinträchtigt. Bei einer reinen Offset-Kalibrierung kann ein Prüfgas mit beliebiger Konzentration im Messbereich verwendet werden, muss aber vor Start der Kalibrierroutine im Gerät eingestellt werden.

2.4.1.a Funktionstest mit Prüfgas

Bei einem Funktionstest wird die Reaktion des Geräts auf ein Prüfgas, das innerhalb des Messbereichs liegt, überwacht und aufgezeichnet. Im Gegensatz zu einer Kalibrierung werden die Einstellungen des Geräts nicht verändert. Eine Überprüfung des aufgezeichneten Funktionstests kann Phänomene aufdecken, die durch eine wiederholte Kalibrierung verdeckt werden können. Dies gilt z. B. für eine anhaltende Signaldrift oder eine Periodizität in der Signalkurve aufgrund von instationärem Durchfluss, Druck oder Taupunkt. Die korrekte Anzeige des Prüfgases ist fast immer ausreichend, um zu beweisen, dass das Gerät ordnungsgemäß funktioniert.

2.4.1.b Reinheit von Prüfgasen

Für den Funktionstest und die Kalibrierung sollte ein Prüfgas von ausreichender Qualität für Ihre Anwendung verwendet werden. Für die Kalibrierung verwendet Messkonzept Gase mit den folgenden Reinheiten:

H ₂	He	N ₂	Ar	O ₂	CO ₂	CH ₄
5.0	5.0	5.0	4.6	4.5	4.5	3.5

Tabelle 2.2: Empfohlene Kalibriergasreinheiten für Messungen bei hohen Genauigkeiten

Die Gasreinheiten sind so gewählt, dass die Geräte die Spezifikationen für den kleinsten Messbereich einhalten. Messkonzept empfiehlt für die Vor-Ort-Kalibrierung Gase mit gleicher Reinheit. Sollten Ihre eigenen Anforderungen davon abweichen, wählen Sie bitte die entsprechende Gasreinheit. Bitte wenden Sie sich an Messkonzept, wenn Sie eine Beratung wünschen.

2.4.1.c Kriterien für Funktionstests und Kalibrierung

Führen Sie eine Prüfung oder Kalibrierung unter möglichst ähnlichen physikalischen Bedingungen durch, wie sie für die Messung verwendet werden, z. B. Druck, Durchfluss, Temperatur, Filtration, Taupunkt usw.

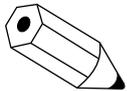
Ein Funktionstest und, falls erforderlich, eine Kalibrierung mit Prüfgasen ist erforderlich, wenn eines der folgenden Kriterien erfüllt ist:

- Nach der Neuinstallation des Geräts oder nach einer Wartung.
- Nach Änderungen am Probenaufbereitungssystem und -auslass, die sich z. B. auf Druck, Durchfluss, Temperatur, Filtration, Taupunkte usw. auswirken.

- In regelmäßigem Turnus, je nach gewünschter Genauigkeit - mindestens aber einmal im Jahr! Zur Ermittlung des geeigneten Zeitintervalls empfehlen wir, mit häufigeren, aufgezeichneten Funktionstests zu beginnen und aus diesen Ergebnissen das optimale Intervall zu ermitteln. Die Zeit zwischen den Tests/Kalibrierungen kann im Bereich liegen von:
 - mehrere Monate für Messaufgaben im Grund- oder mittleren Messbereich
 - Tage bis Wochen für kleine Messbereiche (wenige Vol.% oder < 1 Vol.%)
 - unmittelbar vor jeder Messung, wenn höchste Genauigkeit erforderlich ist.

2.4.1.d Gaszufuhr während der Kalibrierung

Stellen Sie sicher, dass das entsprechende Prüfgas vollständig in das Gerät eingedrungen ist, bevor Sie eine Offset- oder Gain-Kalibrierung durchführen. Um dies sicherzustellen, sollten Sie das Signal auf Stabilität überwachen. Nachdem Sie die Kalibrierroutine gestartet haben, beginnt eine Abtastphase von 10 Sekunden. Halten Sie die Gaszufuhr während dieser Phase stabil und kontinuierlich.



Bitte beachten Sie, dass jede große Fluss-, Druck- aber auch Konzentrationsänderung beispielsweise beim Aufdrehen eines Ventils für den Prüfgasfluss eine gewisse Störung auf die thermostatisierte Messung im FTC400 darstellt. Das gilt insbesondere, wenn sie versehentlich auch nur kurzzeitig einen sehr hohen Gasfluss hatten. Es kann mehrere Minuten dauern, bis sich ein erneutes Gleichgewicht der Temperaturen im FTC400 eingestellt hat und die Messwertanzeige auch im ppm-Bereich einen stabilen und reproduzierbaren Wert liefert. Für Messungen aller höchster Präzision kann das 10-20 Minuten dauern, siehe Abbildung 2.6.

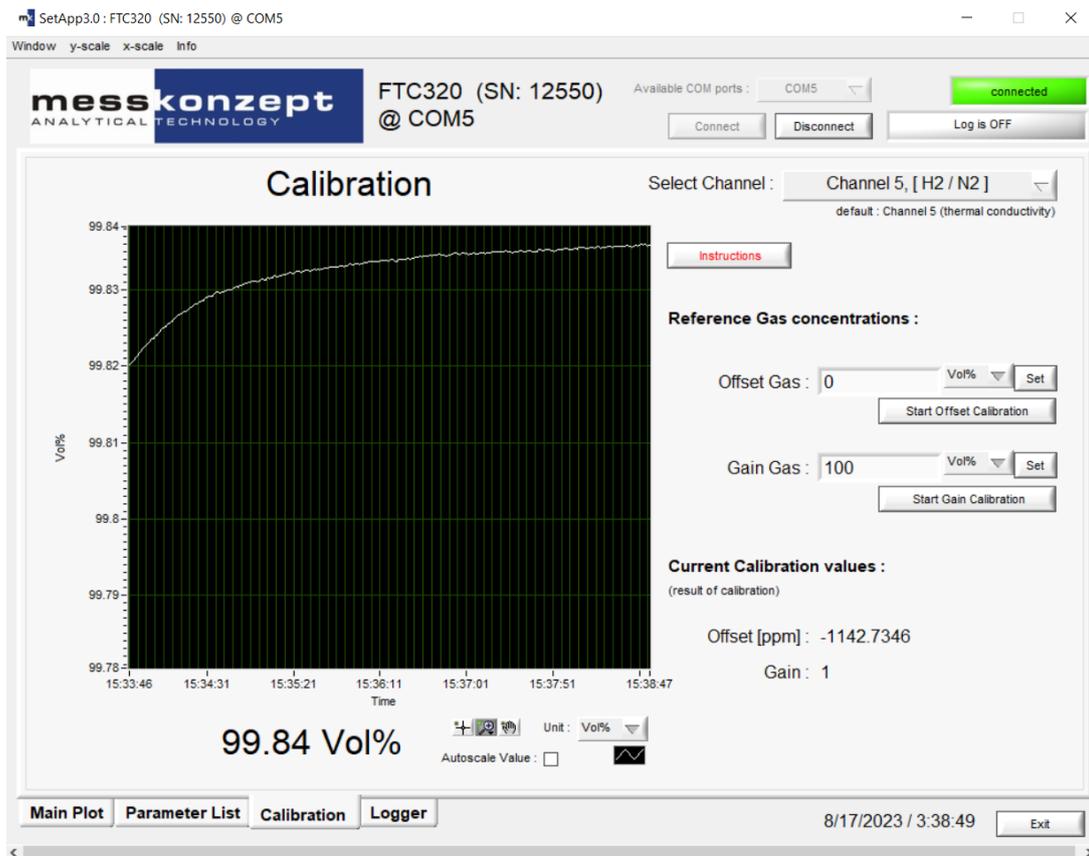


Abbildung 2.6: Nach einer plötzlichen Änderung des Durchflusses, des Drucks oder der Gaskonzentration kann es einige Minuten dauern, bis sich die Messung auf ppm-Genauigkeit stabilisiert hat.

2.4.2 Durchführung der Kalibrierung

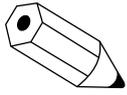
2.4.2.a Kalibrierung über die Displayoberfläche

Die Kalibrierung kann bequem über die Displayoberfläche durchgeführt werden. Die Vorgehensweise wird in Abschnitt 7.2 erklärt.

2.4.2.b Ferngesteuerte Kalibrierung über serielle Schnittstelle

Die Einstellung der verwendeten Prüfgaskonzentrationen und die Kalibrierung sind Funktionen der kostenlosen Windows-basierten App "SetApp3.0". Bitte lesen Sie das Kapitel "Kalibrierung" im Handbuch "SetApp3.0: Laboratory Software".

Für die Einstellung der verwendeten Prüfgaskonzentrationen und die Aktivierung der Kalibrierung kann alternativ ein Terminalemulator, z.B. Tera Term, verwendet werden. Bitte kontaktieren Sie Messkonzept für mehr Informationen zu den notwendigen Kommandos.



Führen Sie immer zuerst eine Offset-Kalibrierung durch, bevor Sie eine Gain-Kalibrierung vornehmen!

In den meisten Fällen ist eine Offset-Kalibrierung allein ausreichend für die korrekte Leistung des Geräts! Prüfen Sie zuerst, ob eine Abweichung vorliegt, bevor Sie eventuell eine Kalibrierung vornehmen!

2.4.3 Ersatzgase

Statt giftige oder explosive Gase für die Kalibrierung zu verwenden, können Ersatzgase eingesetzt werden. Ein Ersatzgas hat (bei einer bestimmten Konzentration) die gleiche Wärmeleitfähigkeit wie das zu ersetzende Prüfgas, so dass es auch für die Kalibrierung verwendet werden kann. Bitte wenden Sie sich an Messkonzept, um Einzelheiten über mögliche Ersatzgase für Ihre Anwendung zu erfahren.

Kapitel 3

Einrichten des Instrumentes

3.1 Montage des FTC400

Der FTC400 ist für die Wandmontage mittels der in Abbildung 3.1 gezeigten Befestigungslöcher vorgesehen. Vorzugsweise sind M4 Zylinderschrauben zu verwenden. Bitte bedenken Sie den zusätzlich benötigten Bauraum für Kabel- und Gasanschlüsse (siehe Kapitel 10 "Anhang: Maßzeichnung für Montage" für weitere Informationen).

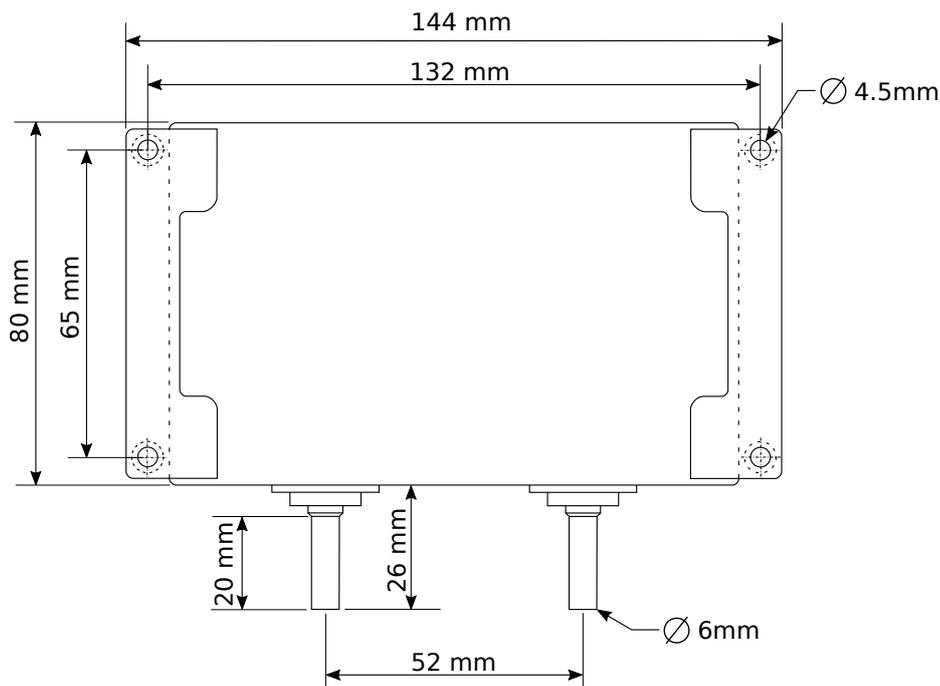


Abbildung 3.1: Rückseite des FTC400.



Wenn Sie planen brennbare oder toxische Gase in das Gerät einzuleiten, muss das Gerät in einem gut belüfteten Bereich installiert werden. Alle Geräte durchlaufen in der Produktion einen Lecktest, eine begrenzte Freisetzung kleiner Gasmengen ist dennoch möglich.

3.2 Gasanschlüsse

Auf der Unterseite des FTC400 befinden sich zwei Rohrstützen mit 6mm Außendurchmesser. Einer der Stützen ist mit „GAS IN“ gekennzeichnet und ist für die Gaszuleitung vorgesehen, der andere mit „GAS OUT“ gekennzeichnete für die Gasableitung.

Bei geringen Anforderungen an die Dichtigkeit und bei kleinen Drücken können die Stützen als Schlauchtüllen verwendet werden. Für dauerhaft dichte und druckfeste Verbindungen werden metallische Klemmringverschraubungen empfohlen, z.B. der Marke „Swagelok“©.

Nach dem Anschluss des Geräts ist eine Dichtheitskontrolle des Prozesses durchzuführen. Dies gilt insbesondere, wenn Sie mit brennbaren oder toxischen Gasen arbeiten!

3.3 Elektrische Anschlüsse und Erdung

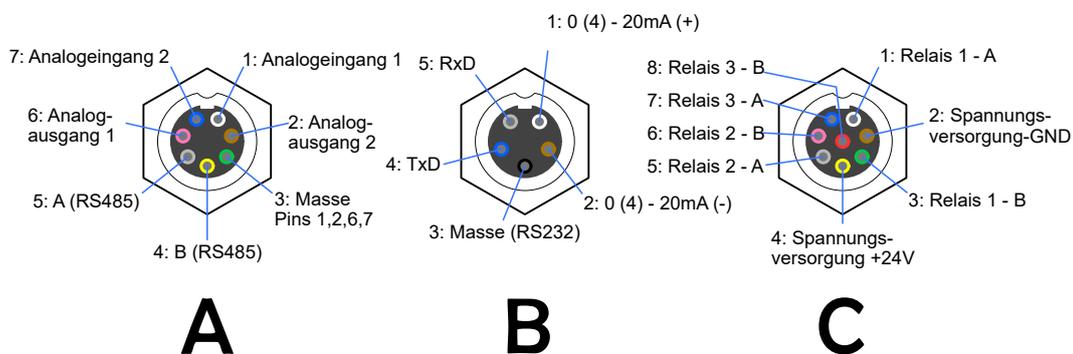


Abbildung 3.2: Elektrische Anschlüsse des FTC400 und ihre jeweilige Pinbelegung

Die elektrischen Anschlüsse des Gerätes sind in drei Steckern zusammengefasst (siehe Abbildung 3.2). Die mitgelieferten Kabel (Serie 712, IP 67) mit angespritztem Stecker haben eine Länge von 2 m, auf Anfrage können auch Kabel mit 5m Länge geliefert werden. Die Enden der Kabel sind offen. Die Querschnitte der Leiter von A und C betragen $0,14\text{mm}^2$, von B $0,25\text{mm}^2$. Das Kabel zum Anschluss A zum Anschluss der analogen Spannungssignale wird auf Anfrage versandt.



Die angegebene Schutzart des Gerätes gilt nur, wenn alle Kabel angeschlossen sind, bzw. falls Kabel A nicht verwendet wird, muss die Buchse mit einem Endstecker gesichert sein.

3.3.1 Anforderungen an die elektrischen Anschlüsse



Stellen Sie vor Inbetriebnahme des Messgerätes sicher, dass die Spannungsversorgung den Spezifikationen des Messgerätes entspricht und alle elektrischen Verbindungen entsprechend den hier stehenden Tabellen und Hinweisen ausgeführt sind.

Der FTC400 ist ein Gerät der Schutzklasse III. Zur Spannungsversorgung ist eine Quelle mit PELV-Spezifikation (Protective Extra Low Voltage) gemäß EN 60204-1 zu verwenden. Siehe hierzu auch Abschnitt 3.3.2 "Erdung". Auch die potentialfreien Relaiskontakte müssen mit einem Netzteil mit PELV-Spezifikation überwacht werden.

3.3.2 Erdung

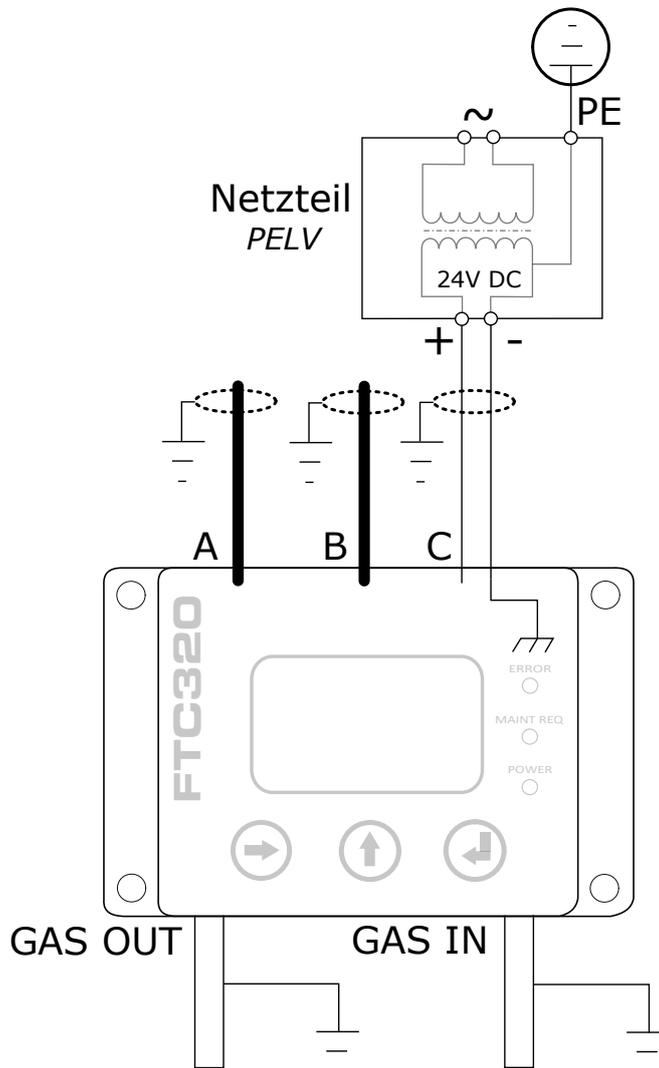


Abbildung 3.3: Erdung des FTC400

Um die EN 60204-1 zu erfüllen und die Funktion Ihres Gerätes zu gewährleisten, muss das Gerät so installiert werden, dass GND auf der Niederspannungsseite Ihres 24-V-Netzteils mit Schutzterde (PE) verbunden ist, siehe Abbildung 3.3. Einige Netzteile sind intern bereits derart verdrahtet.

Im Inneren des FTC400 gibt es eine Verbindung zwischen GND und dem Gerätegehäuse, auch der Gasweg ist mit GND verbunden.

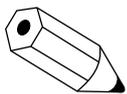
Die Abschirmung der Kabel A, B und C sollte mit der Funktionserde verbunden werden. Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten können Gaseingang und Gasausgang zusätzlich geerdet werden. Die Verbindungen zur Erde sollten mit einem kurzen Draht (mindestens 15 AWG oder 1,5 mm²) hergestellt werden.

3.3.3 Datenaustausch über serielle Schnittstelle (RS-232)

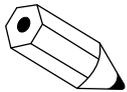
Die serielle Schnittstelle, oft mit UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) bezeichnet, basiert auf dem RS-232 Standard. Die Punkt-zu-Punkt Datenübertragung erfolgt über die beiden zu kreuzenden TxD- (Transmit Data) und RxD- (Receive Data) Adern mit einer gemeinsamen Masseleitung (GND) für beide Geräte. Dadurch entsteht ein bidirektionaler Bus, der eine full-duplex-Kommunikation zulässt. Die Kommunikationspartner können also gleichzeitig Daten senden und empfangen.

Die Datenübertragung per UART erfolgt mit einem festen Datenrahmen (UART-Frame). Dieser muss beiden Kommunikationspartnern bekannt sein. Er besteht aus: Einem Start-Bit, 5-9 Datenbits, einem optionalen Paritätsbit und einem oder zwei Stopp-Bits. Wird ein PC mit dem Analysator verbunden, übernimmt er üblicherweise die nötigen Einstellungen für den Datenrahmen. Sollte dies nicht der Fall sein, sind die Parameter manuell gemäß Tabelle 9.3 (siehe Abschnitt 9.1) einzustellen.

Nur noch wenige PCs werden mit einem sogenannten COM-Port (serielle RS-232 Schnittstelle) ausgeliefert. Um Geräte, die eine RS-232 Schnittstelle besitzen, mit Computern ohne diese betreiben und programmieren zu können, gibt es Konverter von RS232 auf USB. Die Konverter besitzen oft einen Stecker 9-polig D-Sub als Eingang, es gibt jedoch auch Konverter mit Schraubklemmenanschluss.



Die serielle Schnittstelle erlaubt die Bedienung des Gerätes und die Darstellung und Speicherung von Messdaten mit dem Programm SetApp 3.0. Mehr Informationen und ein Link zum Herunterladen der Software sind auf www.messkonzept.de zu finden.



Falls Sie planen, eigene Softwarelösungen zur Kommunikation über die RS-232 Schnittstelle zu entwickeln oder zu nutzen, benötigen Sie gegebenenfalls weitergehende Informationen zu den zur Verfügung stehenden Parametern. Nehmen Sie diesbezüglich gern Kontakt mit Messkonzept auf.

Kapitel 4

Bedienpanel

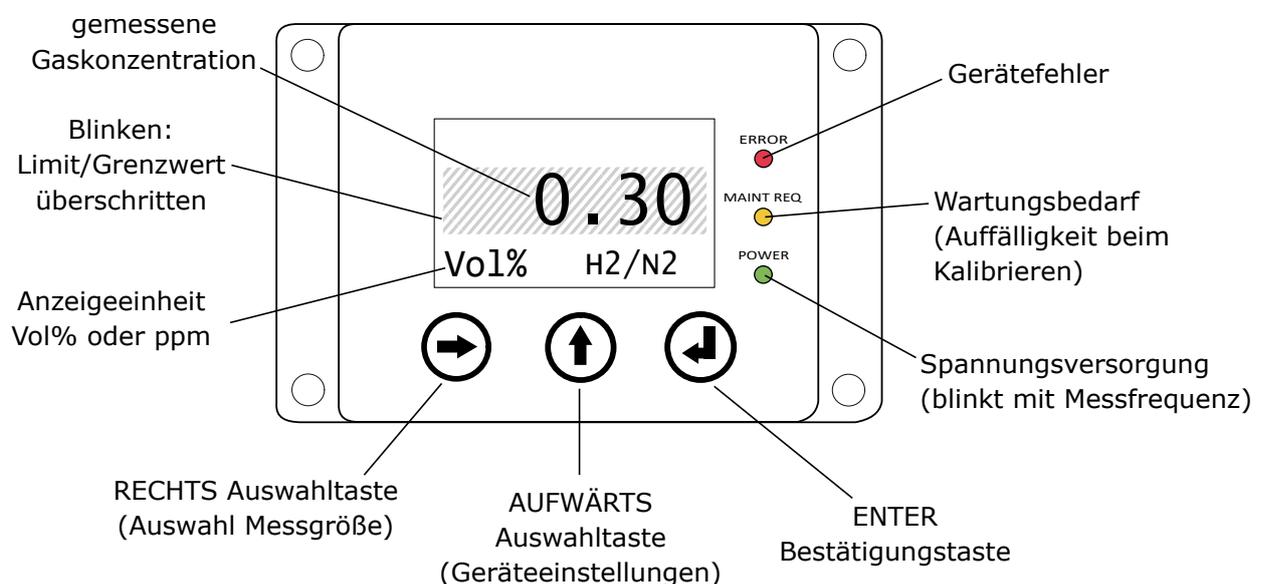
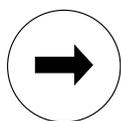


Abbildung 4.1: Schematische Darstellung des FTC400 Bedienpanels im Betrieb

4.1 Display

4.2 Taster

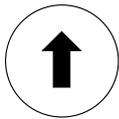


RECHTS / Anwältaste

Auf dem Arbeitsbildschirm kann die <RECHTS>-Taste genutzt werden, um eine der auf dem Arbeitsbildschirm angezeigten Messgrößen anzuwählen. Mit der <ENTER>-Taste kann das messgrößenbezogene Menü aufgerufen werden, in welchem beispielsweise die Kalibrier-Routine der Messgröße aufgerufen werden kann.

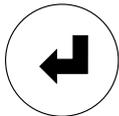
In Menüs und Untermenüs können mit der <RECHTS>-Taste die verschiedenen Menüpunkte angewählt werden. Der aktuell angewählte Menüeintrag, markiert durch den schwarzen Hintergrund, kann mit der <ENTER>-Taste aktiviert werden.

In Untermenüs, in welchen die Eingaben von Zahlenkombinationen erforderlich sind, wird die <RECHTS>-Taste verwendet, um die nächste Ziffer für die Eingabe zu markieren.



AUFWÄRTS / Auswahltaste

In vielen Menüs und Untermenüs kann die <AUFWÄRTS>-Taste verwendet werden, um in die darüberliegende Menüebene und letztlich ins Hauptmenü zu gelangen. Das Verlassen von Menüs, welche rechts unten die Felder „ESC“/„OK“ zeigen, geschieht durch Auswahl eines dieser Felder mit der <RECHTS>-Taste und anschließender Bestätigung mit der <ENTER>-Taste. In den Untermenüs, die Zahleneingaben erfordern, wird die <AUFWÄRTS>-Taste verwendet, um die ausgewählte Stelle der Zahl zu ändern. Verwenden Sie die <RECHTS>-Taste, um zur nächsten Stelle der Zahl zu gelangen und „ESC“ oder „OK“ zum Beenden der Eingabe.



ENTER / Eingabe-Taste

Innerhalb der Menüs bestätigt die <ENTER>-Taste die Einträge, die markiert sind, und führt zum entsprechenden Untermenü. Innerhalb der Untermenüs, die rechts unten die Felder „ESC“/„OK“ haben, kann das Untermenü abgebrochen oder die Eingabe bestätigt werden, wenn Sie „ESC“ bzw. „OK“ auswählen und mit <ENTER> bestätigen.

Kapitel 5

Anzeige des Messgerätes

Dieses Kapitel beschreibt die Anzeige des Messgerätes im üblichen Betrieb. Nach Anschluss des FTC400 an die Spannungsversorgung wird zunächst der Startbildschirm angezeigt (siehe Abbildung 5.1), welcher die aktuelle Temperatur und des Sollwert des zur Messung beheizten Edelstahlblocks im Aufwärmvorgang darstellt (siehe Abbildung 5.1). Nach Beendigung des Anwärmens wird der Arbeitsbildschirm (Abbildung 5.2) angezeigt. Von ihm aus kann das Hauptmenü aufgerufen werden.

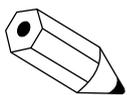
Hinweis: Um gerätespezifische Einstellungen am Gerät vorzunehmen ist die Eingabe eines Expert-Codes erforderlich (voreingestellt auf 222.0000).

5.1 Startbildschirm - Warm-up

Warm Up		
Set:	63.00	°C
Act:	58.30	°C

Abbildung 5.1: Der Startbildschirm des FTC400

Der Startbildschirm wird während des Anwärmens des Edelstahlblocks angezeigt. Der Aufwärmvorgang wird durch **Warm Up** in der obersten Bildschirmzeile angezeigt. Die eingestellte Arbeitstemperatur, in diesem Fall 63 °C, wird in der oberen Zeile durch **Set: 63°C** angezeigt. In der darunterliegenden Zeile wird die aktuell gemessene Temperatur des Edelstahlblocks angezeigt. Das Anwärmen dauert einige Minuten.



Drücken der <AUFWÄRTS>-Taste während der Aufwärmphase schaltet direkt zum Arbeitsbildschirm um und aktiviert den 4-20 mA Ausgang. Das Messgerät zeigt dann zunächst einen ungenauen Messwert an bis das Gerät die Arbeitstemperatur erreicht hat.

5.2 Arbeitsbildschirm

Nachdem der Edelstahlblock thermostatisiert ist, wird der Arbeitsbildschirm angezeigt. Je nach Ausfüh-

ung des Gerätes werden auf dem Arbeitsbildschirm entweder ein Messwert oder mehrere Messwerte angezeigt.

Vom Arbeitsbildschirm kann das Hauptmenü mit der Taste <UP> geöffnet werden.

5.2.1 Darstellung eines Messwertes

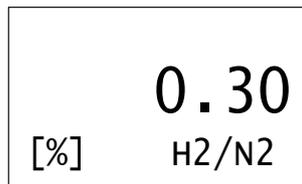


Abbildung 5.2: Arbeitsbildschirm des FTC400 (ein Messwert)

In der Mitte des Bildschirms wird die aktuell gemessene Messgaskonzentration angezeigt. Die zugehörige Einheit (Vol.% oder ppm) wird in der unteren Bildschirmzeile links angezeigt. Rechts unten befindet sich die Anzeige der aktuell ausgewählten Gaspaarung, beispielsweise **H2/N2** für Wasserstoff in Stickstoff. Bei Anzeige in Vol.% ist die Anzahl der dargestellten Nachkommastellen wählbar (voreingestellt nach Kundenwunsch, Änderung ist über Experten-Setup möglich, siehe Abschnitte 6.3.1 und 6.5.1).

Drücken der <AUFWÄRTS>-Taste ruft das Hauptmenü auf.

Drücken der <RECHTS>-Taste und anschließendes Drücken der <ENTER>-Taste ruft das messgrößenbezogene Menü auf.

5.2.2 Darstellung mehrerer Messwerte

H ₂	2.58	%
CH ₄	28.10	%
CO ₂	16.87	%
N ₂	52.45	%

Abbildung 5.3: Arbeitsbildschirm des FTC400 (mehrere Messwerte)

Jede Zeile der Anzeige ist einer Messgröße zugeordnet, deren Bezeichnung auf der linken Seite angezeigt wird, beispielsweise **O2** für Sauerstoff oder Pr. für den Druck (bei Geräten mit Drucksensor). Der Wert der Messgröße befindet sich rechts daneben. Am rechten Rand der Anzeige werden die zugehörigen Einheiten (Vol. %, ppm, bar, etc.) angezeigt. Bei Anzeige in Vol.% ist die Anzahl der dargestellten Nachkommastellen wählbar (voreingestellt nach Kundenwunsch, Änderung erfordert Expert Mode, siehe Abschnitt 6.3.1).

Kapitel 6

Allgemeine Gerätekonfiguration

6.1 Hauptmenü

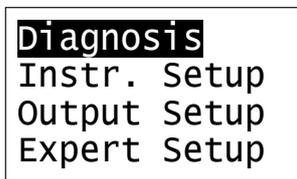


Abbildung 6.1: Hauptmenü des FTC400

Das Hauptmenü der allgemeinen Geräteeinstellungen ist vom Arbeitsbildschirm (Anzeige der Messgrößen) über die <AUFWÄRTS>-Taste zugänglich. Nochmaliges Drücken der <AUFWÄRTS>-Taste führt zurück zum Arbeitsbildschirm.

Vom Hauptmenü sind andere Untermenüs erreichbar. Um im Hauptmenü den jeweils folgenden Menüpunkt anzuwählen, drücken Sie die <RECHTS>-Taste. Durch Drücken der <ENTER>-Taste erfolgt die Auswahl des markierten, schwarz hinterlegten Menüpunktes und das Untermenü wird geöffnet.

Die in den folgenden Kapiteln beschriebenen und bildlich dargestellten Menüpfade beginnen jeweils vom Hauptmenü.

6.2 Diagnose

Der FTC400 verfügt über verschiedene Diagnose- und Testfunktionen. Im Diagnose-Menü können die folgenden Funktionen aufgerufen werden:

- Ein Parametermenü, in welchem geräteinterne Parameter und Variablen ausgelesen werden können
- Ein Fehlermenü, in welchem vom Gerät erkannte Fehler ausgelesen werden können

6.2.1 Parametermenü

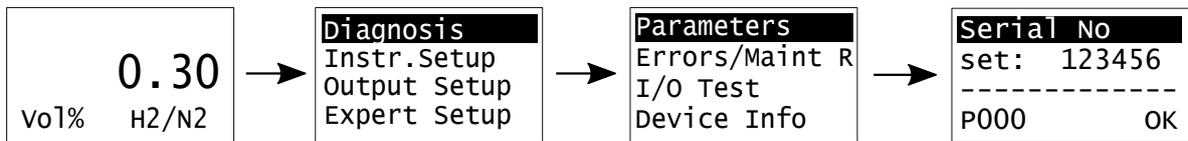


Abbildung 6.2: Im Parametermenü können geräteinterne Parameter ausgelesen werden

Die vollständige individuelle Konfiguration des FTC400 ist in einer Parameterliste gespeichert. Über das Parametermenü können diese Parameter abgerufen werden, was bei der Diagnose von Fehlfunktionen und fehlerhaften Einstellungen hilfreich ist. Jeder Parameter hat eine Nummer und einen Namen, die Nummer des angezeigten Parameters wird in der untersten Zeile angezeigt, der Name in der obersten Zeile. Kontaktieren Sie bei Bedarf Messkonzept für detaillierte Erklärungen der einzelnen Parameter. Sie bewegen sich innerhalb der Parameterliste vorwärts indem Sie <ENTER> drücken. Um sich rückwärts durch die Parameterliste zu bewegen, drücken Sie <AUFWÄRTS>. Um das Parametermenü zu verlassen, drücken Sie zunächst die <RECHTS>- Taste: Dadurch wird <OK> markiert, drücken Sie <ENTER> um das Menü zu verlassen. Einige Parameter können im Experten-Setup geändert werden, siehe hierfür Abschnitt 6.5.

6.2.2 Fehler und Maintenance Requests

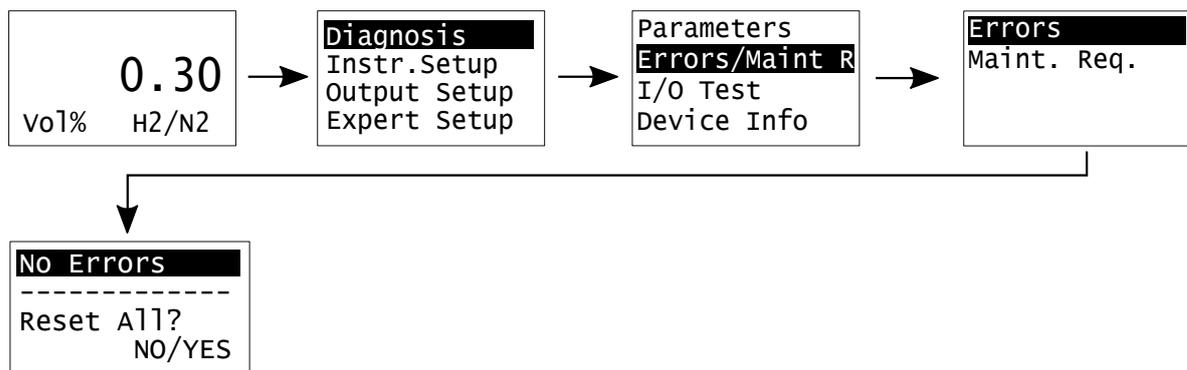


Abbildung 6.3: Das Fehler und Maintenance Request Menü

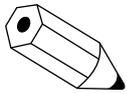
Im Betrieb und während der Kalibrierung werden die Betriebsparameter und errechneten Werte auf Plausibilität überprüft. Wenn einer oder mehrere Werte ihren Toleranzbereich überschreiten wird dies durch eine der LEDs neben dem Display signalisiert (je nach Abweichung durch die rote LED "Error" oder gelbe LED "Maint Req"). Für eine Liste aller möglichen Fehler und Toleranzen siehe Kapitel 8 "Anhang: Fehlerbeschreibung und Behebung".

Es wird unterschieden zwischen den Kategorien:

- **Error (rote LED):** Vorsicht! Das Gerät ist nicht betriebsbereit oder defekt! Ein für die Funktion des Geräts wichtiger Parameter liegt außerhalb des akzeptablen Betriebsbereichs. Das Gerät funktioniert nicht gemäß der Spezifikationen!

- **Maintenance Request (gelbe LED):** Vorsicht! Die Funktion des Geräts sollte unbedingt überprüft werden! Diese Warnung wird ausgelöst, wenn Unregelmäßigkeiten beim Kalibrieren des Geräts aufgetreten sind.

Die Fehlermenüs (Errors und Maint. Req.) zeigen in der ersten Zeile, welcher Fehler aktuell besteht. Sollte mehr als ein Fehler bestehen, kann der nächste Fehler durch Drücken der <ENTER>-Taste angezeigt werden. Um sich rückwärts durch die Liste aktueller Fehler zu navigieren, drücken Sie <AUFWÄRTS>. Wenn Sie das Fehlermenü verlassen möchten, wählen Sie entweder **NO** oder **YES** an (Auswahl über die <RECHTS>-Taste) und bestätigen mit der <ENTER>-Taste. Wenn Sie **YES** anwählen, werden die Fehler, bzw. Maintenance Requests zurückgesetzt. Dadurch werden die Fehleranzeigen einmalig entfernt. Sollte die Fehlerursache (bspws. defekter Sensor, nicht erreichte Blocktemperatur) weiterhin bestehen, wird der Fehler unmittelbar wieder angezeigt werden. Maint. Request Fehler können dauerhaft zurückgesetzt/quittiert werden. Vorsicht: Die Fehlerursache (fehlerhafte Kalibrierung) könnte dennoch weiterhin vorliegen.



Während der Aufwärmphase ist das Gerät nicht betriebsbereit und kann noch nicht mit der spezifizierten Genauigkeiten messen, deshalb wird der Blocktemperatur-Fehler "BT MIN(WARMUP)" angezeigt bis die Soll-Temperatur des Sensorblocks erreicht wird (üblicherweise innerhalb von 5-10 Minuten). Dieser Fehler kann bei Bedarf gezielt unterdrückt werden. Sollte 20 Minuten nach Start des Geräts die Blocktemperatur nicht erreicht worden sein, wechselt der Fehler zu "BT MIN ERROR" und kann so durch eine Warnmeldung oder Sicherheitsabschaltung dennoch berücksichtigt werden.



Ein defektes Gerät muss vom Prozess getrennt werden! Dies gilt bei offensichtlichen Schäden am Gerät aber auch für nicht unmittelbar erklärbare Fehlfunktionen im Betrieb. Das Gerät ist unverzüglich pneumatisch vom überwachten Prozess zu trennen (Gaseingang und Gasausgang) und die Stromversorgung zu unterbrechen!

6.2.3 Test der Relais, Analogausgänge und Anschlüsse

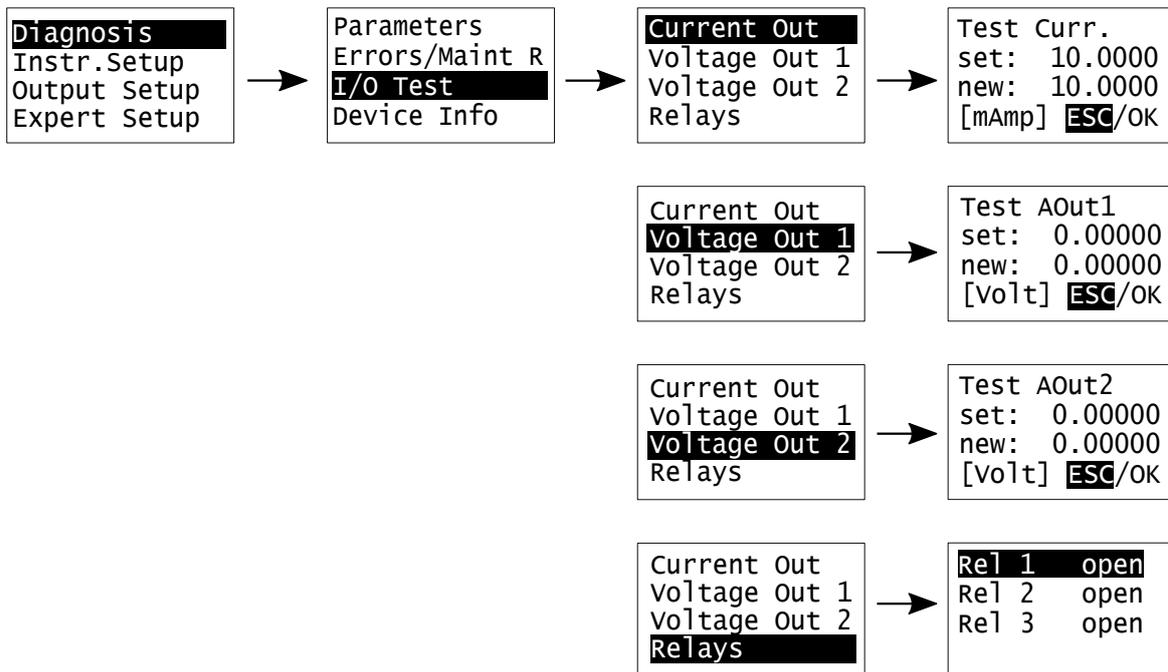


Abbildung 6.4: Analoger I/O-Test

Das I/O-Testmenü bietet dem Experten verschiedene Funktionen um definierte Systemzustände einzustellen und ggf. nachgeschaltete Geräte zu testen:

- Relais 1 (Rel 1) (offen/geschlossen)
- Relais 2 (Rel 2) (offen/geschlossen)
- Relais 3 (Rel 3) (offen/geschlossen)
- Strom am Stromausgang
- Spannung an Analogausgang 1
- Spannung an Analogausgang 2



Alle analogen Ausgangstestsignale liegen an, bis die entsprechenden I/O- bzw. die A/O-Testmenüs verlassen werden. Es liegt in der Verantwortung des Experten sicherzustellen, dass Tests der Analogausgänge nicht extern angeschlossene Systeme und Prozesse beschädigt oder stört.

6.3 Instrument Setup

6.3.1 Auswahl der Anzeigeeinheit

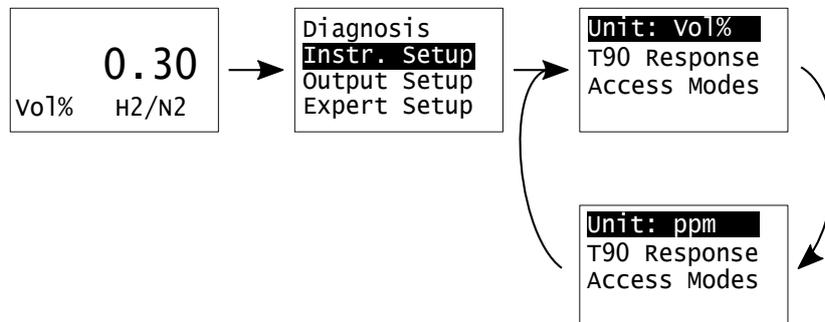


Abbildung 6.5: Einstellung der Anzeigeeinheit.

Der erste Punkt des Instrumenten-Setups erlaubt das Umstellen der Anzeige zwischen Vol.% und ppm. Mit der <ENTER> Taste kann zwischen den Einheiten gewechselt werden. Durch Verlassen des Menüs mit der <AUFWÄRTS>-Taste wird die zuletzt angewählte Einheit übernommen. Im Falle der Einheit Vol.% erlaubt Parameter P56 (siehe Abschnitt 6.5.1) die Anzahl der nach dem Dezimalpunkt angezeigten Stellen zu ändern. P56 kann zwischen 1 und 4 liegen, sein Wert gibt die Anzahl der angezeigten Dezimalstellen an. Die Anzeige in ppm erfolgt stets mit einer Auflösung von 1ppm. Werte, die über die RS232-Schnittstelle ausgelesen werden, sind immer in dieser Einheit mit einer Auflösung von 1 ppm angegeben.

6.3.2 Einstellung der elektronischen T90-Mittelungszeit

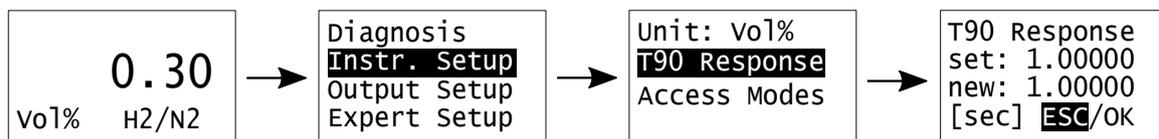
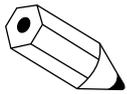
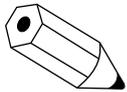


Abbildung 6.6: T90-Zeit-Menü

Unter dem Menü-Punkt "T90 Response" des Instrumenten-Setups kann die Einstellung der elektronischen Mittelungszeit T90 geändert werden. Der FTC400 verwendet einen exponentiellen Glättungsfilter mit einstellbarer Mittelungszeit, der zur Reduzierung des Signalrauschens dient. Für die elektronische Mittelungszeit können Werte von 0s bis 100s eingestellt werden (sinnvolle Werte liegen i.d.R. zwischen 0,5 und 10 Sekunden). Die Zahleneingabe erfolgt durch Anwählen der verschiedenen Stellen mit der <RECHTS>-Taste und Ändern des entsprechenden Ziffernwertes mit der <AUFWÄRTS>-Taste. Um die Eingabe abzuschließen wählen Sie mit <RECHTS> **OK** an und bestätigen Sie mit <ENTER>. Mit **ESC** wird die Eingabe abgebrochen, ohne die geänderten Werte zu speichern.



Die physikalische Ansprechzeit wird maßgeblich vom Gasaustausch in der Messzelle bestimmt, welcher im Wesentlichen von der strömungstechnischen Installation und der Flussrate des Messgases abhängt. Die Gasaustauschzeit liegt unter 0,5s, gemessen vom Gaseingang des Messgerätes, bei einer Flussrate von 80l/h.



Die T90-Einstellzeit bezeichnet die Zeit, innerhalb derer – z.B. bei sprunghaftem Konzentrationsanstieg – das Signal auf 90% seines Endwertes ansteigt.

6.3.3 Access Modes

Um den FTC400 vor ungewollter Fehlbedienung zu schützen gibt es verschiedene durch Passwörter geschützte Zugangsstufen:

- **User/Operator:** Dies ist der übliche Zustand des Geräts. In diesem Zugangsmodus können die meisten Geräteeinstellungen über das Bedienmenü gemacht werden und das Gerät kann kalibriert werden. Durch fehlerhafte Bedienung kann das Gerät ggf. in einen Zustand versetzt werden, in welchem falsche Messwerte angezeigt werden (falsche Kalibrierung), dieser Zustand kann jedoch noch zurückgesetzt werden. Das Standard User-Passwort lautet 111.000.
- **Expert:** Ein Experte (Servicetechniker) kann unter genauer Berücksichtigung der Gebrauchsanweisung und/oder Anleitung durch Messkonzept Einstellungen am Gerät vornehmen, die tiefer in die Funktion des Geräts eingreifen. Warnung: Unvorsichtige Bedienung in diesem Zugangsmodus kann Parameter im FTC400 derart konfigurieren, dass eine kundenseitige Wiederherstellung des ursprünglichen Gerätezustands unmöglich wird oder das Gerät dauerhaften Schaden nimmt. Das Standard Passwort lautet: 222.000.
- **Locked / Sicherheitsmodus:** In diesem Zugangsmodus können über die Bedienelemente am Display keine Einstellungen am Gerät vorgenommen werden und auch keine Kalibrierungen durchgeführt werden. Erst nach Eingabe des User-Passworts (Standard: 111.000, kann im Expert Setup geändert werden) sind die Einstellungen am Gerät wieder freigegeben. Nach dem Entsperren bleibt das Gerät dauerhaft entsperrt. Es muss ggf. erneut manuell gesperrt werden.

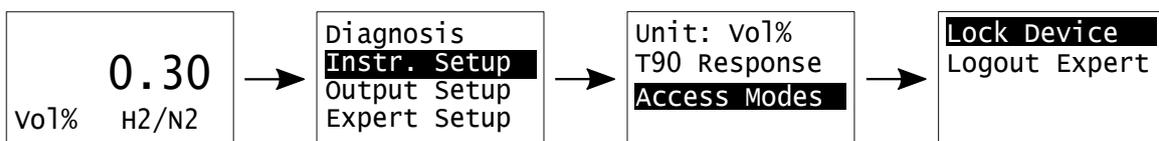


Abbildung 6.7: Access Mode Menü im FTC400

Der Sicherheitsmodus kann über den Menüeintrag **Lock Device** im Untermenü **Access Modes** aktiviert werden, siehe Abbildung 6.7. Um das Gerät zu sperren muss das User-Passwort einmalig eingegeben werden um sicherzustellen, dass das Passwort dem Nutzer des Geräts bekannt ist. Danach kehrt das Gerät zur Hauptansicht mit der Messwertanzeige zurück und ist vor ungewolltem Zugriff geschützt. Auch nach einem Neustart des Geräts bleibt das Gerät gesperrt bis das korrekte Passwort einmalig eingegeben wurde.

Wenn das Gerät durch Eingabe des Expert-Passworts in den Expert Mode versetzt wurde (siehe Abschnitt 6.5), bleibt es bis zum Neustart des Geräts in diesem Modus. Falls Sie den Expert Modus ohne Neustart manuell verlassen möchten, wählen Sie den Menüpunkt **Logout Expert** an und bestätigen Sie mit der <ENTER>-Taste. Nun ist erneut die Eingabe des Expert-Passworts nötig, um das Expert Setup zu erreichen.

Die Passwörter der verschiedenen Zugangsstufen können im Expert Setup geändert werden, siehe Abschnitt 6.5.2.

6.4 Output Setup

Der FTC400 verfügt über drei Analogausgänge:

- Ein galvanisch isolierter Stromausgang mit einem Ausgangsbereich von 0/4 bis 20 mA namens **Current Out**.
- Zwei nicht galvanisch isolierte Spannungsausgänge mit einem Ausgangsbereich von 0 bis 10 V:
 - **Voltage Out 1**.
 - **Voltage Out 2**.

Diese Analogausgänge können über das Menü **Output Setup** konfiguriert werden.

Der FTC400 verwendet intern bis zu fünf Kanäle, um verschiedene gemessene Gaskonzentrationen zu verarbeiten, die auf die oben genannten Analogausgänge abgebildet werden können. Für jeden Ausgang kann ein Kanal als Signalquelle ausgewählt werden. Die fünf Kanäle werden in der Regel wie in Tabelle 6.1 gezeigt konfiguriert. Beachten Sie, dass Ihr Gerät je nach Hardwarekonfiguration üblicherweise nur eine Teilmenge der in Tabelle 6.1 gezeigten 5 Kanäle verwendet und nicht alle Kanäle. In diesem Fall werden die anderen Kanäle keine sinnvollen Daten ausgeben.

Kanal (Ch.)	Geroutete Messung
1	AUX (O ₂ durch externen elektrochemischen Sensor, H ₂ O über Feuchtesensor oder I/h über Flusssensor)
2*	Gaskonzentration aus Infrarotkanal IR2.
3*	Gaskonzentration aus Infrarotkanal IR3.
4*	Gaskonzentration aus Infrarotkanal IR4.
5	Gaskonzentration aus Wärmeleitfähigkeitskanal.

Tabelle 6.1: Die Messkanäle und die auf sie gerouteten Parameter. Die Kanalnummern mit einem Sternchen (2*, 3* und 4*), d.h. die Infrarot Kanäle, werden typischerweise nur im FTC400 verwendet!

6.4.1 Einstellung des Stromausgangs

Der Messbereich wird typischerweise auf einen Stromausgang von 4mA bis 20mA abgebildet, wobei ein Signal von 4mA dem Anfang des Messbereichs und 20mA dem Ende des Messbereichs entspricht. Der Stromausgang des FTC400 kann auf einen von vier verfügbaren Stromausgangsmodi konfiguriert

werden.

Wenn Sie den Ausgangsbereich (in Vol.% oder ppm) ändern möchten, siehe Abschnitt 7.5.

In Tabelle 6.2 werden die vier verfügbaren Stromausgangsmodi erläutert, aus denen Sie den für Sie am besten geeigneten auswählen können. Die Standardeinstellung ist der NAMUR-konforme Modus **4-20mA (Err)**, mit einer Fehleranzeige durch ein 3-mA-Signal, siehe auch Abbildung 6.10.

Output-Modus	Strombereich	Fehleranzeige
4-20mA (Err)	Ausgangsstrombereich: 4-20 mA, Minimum: 3.8 mA, Maximum: 20.5 mA	frei einstellbar
0-20mA (Err)	Ausgangsstrombereich: 0-20 mA, Minimum: 0 mA, Maximum: 20.5 mA	Fehlerwert: 21 mA
0-20mA	Ausgangsstrombereich: 0-20 mA, Minimum: 0 mA, Maximum: 21 mA	keine Fehleranzeige
Const. Outp.	Ausgangsstrom: ein frei einstellbarer konstanter Wert zwischen 0-20 mA	keine Fehleranzeige

Tabelle 6.2: Vorhandene Modi des Stromausgangs

Die in der Tabelle 6.2 angegebenen Minimal- und Maximalwerte geben die absoluten Grenzwerte des Stromsignals im regulären Betrieb (ohne Fehler) an, wenn der Messwert den Messbereich über- oder unterschreitet, siehe auch *Übergangsbereich* in Abbildung 6.10.

Nachfolgend finden Sie eine schrittweise Anleitung zur Einstellung des Stromausgangs:

1. Wählen Sie im Menü **Output Setup** die Option **Current Out**.
2. Es öffnet sich ein neues Menü mit 2 Optionen: **I/O Mode** und **Cal. frozen**.
Letztere können Sie zwischen **Cal. frozen** und **Cal. active** umschalten, um das Verhalten des Stromausgangs während der Kalibrierung zu bestimmen:
 - **Cal. frozen:** Friert den Stromausgang auf den letzten Wert vor der Kalibrierung ein, um unnötige Sprünge z.B. bei der Protokollierung der Stromwerte zu vermeiden.
 - **Cal. active:** Zeigt den aktuellen Stromausgang während der Kalibrierung an.

Weitere Einstellungen des Stromausgangs befinden sich unter **I/O Mode**. Wenn Sie nach dem Markieren auf <ENTER> klicken, öffnet sich das Menü, in dem die verschiedenen Stromausgangsmodi eingestellt werden können.

3. Drücken Sie <ENTER> in der ersten Displayzeile nacheinander, bis Sie den gewünschten Stromausgangsmodus erreicht haben (siehe Tabelle 6.2).
4. **Änderung der Signalquelle:** In der zweiten Displayzeile, in der im Standardfall **Ch. 5** angezeigt wird, kann die Quelle des aktuellen Signals geändert werden. Um den Kanal zu ändern, klicken Sie mehrmals auf die Taste <ENTER>, um durch die Kanäle zu schalten, bis Sie den gewünschten Kanal erreicht haben (siehe Tabelle 6.1 für die typische Belegung der Kanäle). Das

über die Wärmeleitfähigkeit gemessene Gas wird über Kanal 5 ausgegeben (angezeigt z. B. für Wasserstoff: **Ch5. H2**).

5. **Einstellung des Werts des konstanten Stromausgangs:** Falls Sie den Modus **Const. Outp.** gewählt haben, können Sie den Wert des Konstantstromausgangs manuell ändern, indem Sie den Cursor auf die zweite Displayzeile **Const. I-Out** bewegen, auf <ENTER> klicken und den gewünschten Wert eingeben, gefolgt von einem Klick auf **OK** (s. Abbildung 6.8). Falls Sie den Stromausgang nicht nutzen, kann dieser auf einen konstanten Wert 0 gesetzt werden.

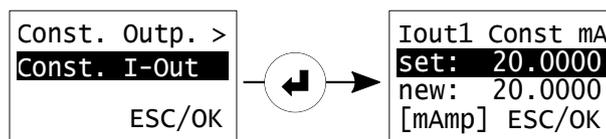


Abbildung 6.8: Einstellung des konstanten Stromausgangs.

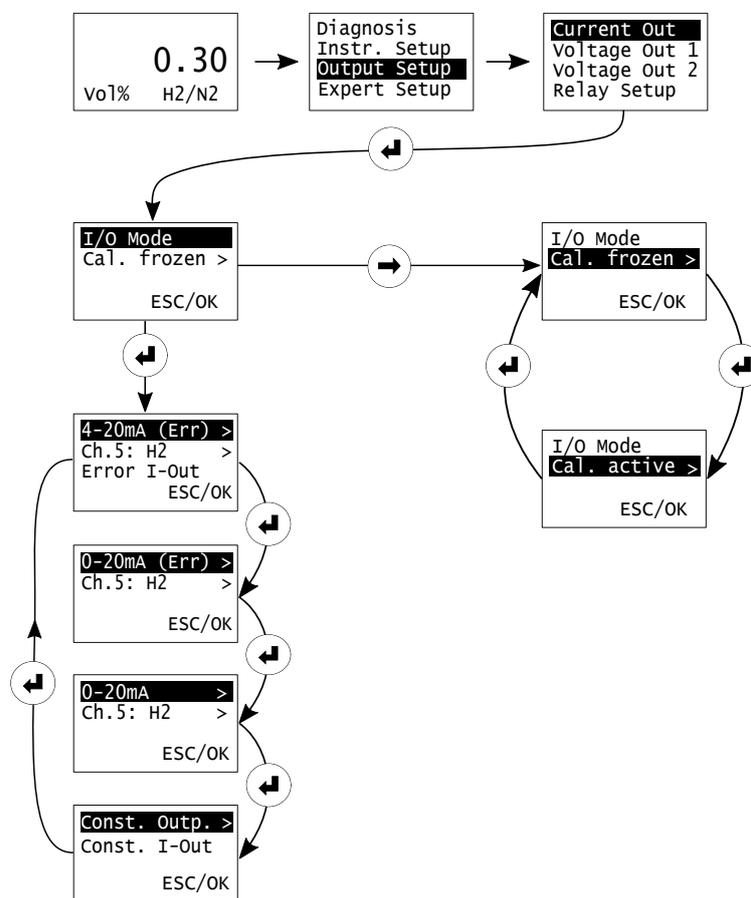
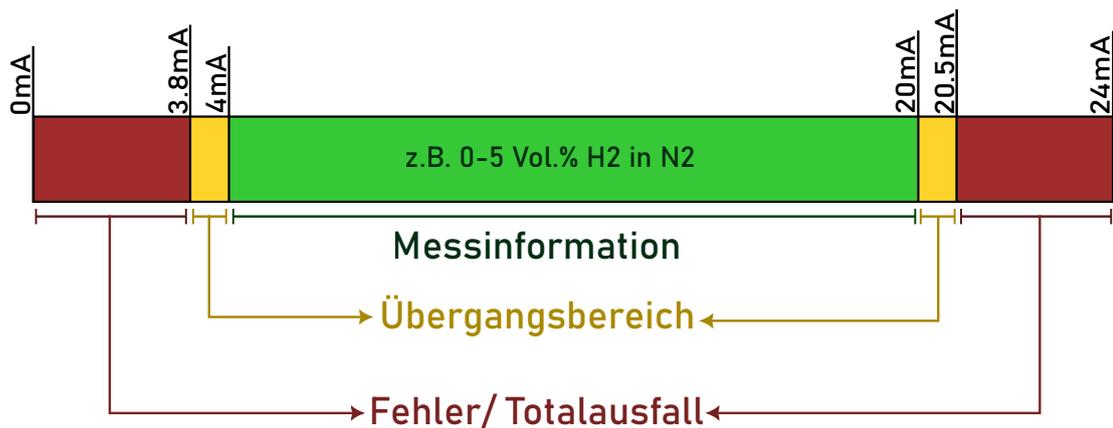
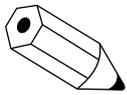


Abbildung 6.9: Einstellung der Analogausgänge

Abbildung 6.10: Der Modus **4-20mA (Err)** entspricht der NAMUR-Empfehlung NE43.**Beispiel:**FTC400 mit Messbereich: **0-5 Vol.% H2 in N2**Einstellung des Stromausgangs: **4-20 mA (Err)** (default)

So lange der Messwert im Bereich 0-5 Vol.% liegt, kann die H₂-Konzentration wie folgt vom Stromsignal *I* berechnet werden:

$$H_2 = \frac{I - 4mA}{20mA - 4mA} * (5Vol.\% - 0Vol.\%) + 0Vol.\%$$

H ₂ in N ₂	Stromsignal
0.00Vol.%	4 mA
3.00Vol.%	13.6 mA
5.15Vol.%	20.48 mA
5.20Vol.%	20.5 mA
6.00Vol.%	20.5 mA

Tabelle 6.3: Stromsignale bei verschiedenen Gaskonzentrationen im Modus 4-20mA (Err)

Im Übergangsbereich - hier bis etwa 5,15 Vol.% - gibt der Stromausgang noch eine gültige Messinformation weiter. Steigt die H₂-Konzentration darüber an, wird das Signal auf 20,5 mA festgehalten. Beachten Sie, dass die Konzentrationsanzeige ähnlich wie beim Überschreiten des Messbereichs auch unter den Messbereich fallen kann, in diesem Beispiel würde dies einen negativen Konzentrationswert bedeuten. Eine negative Konzentrationsanzeige kann durch Signaldrift hervorgerufen werden oder, auf obiges Beispiel bezogen, wenn ein Gase mit geringerer Wärmeleitfähigkeit als N₂ (z.B. CO₂) in das Gerät geleitet wird.

6.4.2 Einstellung des Spannungsausgangs

Die Einstellung der Spannungsausgänge ist in Struktur und Funktion analog zu den Stromausgängen. In diesem Abschnitt wird detailliert beschrieben, wie die Spannungsausgänge nach Wunsch angepasst werden können.

Der FTC400 hat 2 Spannungsausgänge, die zwei verschiedenen Gaskonzentrationen zugeordnet werden können. Jeder von ihnen kann einem Messkanal zugeordnet werden. Die typischen Kanalbelegungen, d.h. die möglichen Quellen des Spannungssignals, sind in der Tabelle 6.1 oben aufgeführt.

Die Einstellungen des Spannungsausgangs werden im Folgenden beschrieben:

1. Wählen Sie im Menü **Output Setup** die Option **Voltage Out 1** (oder **Voltage Out 2**).
2. Es öffnet sich ein neues Menü mit 2 Optionen: **I/O Mode** und **Cal. frozen**.
In letzteren können Sie zwischen den Optionen **Cal. frozen** und **Cal. active** umschalten, um das Verhalten des Spannungsausgangs während der Kalibrierung zu bestimmen:

- **Cal. frozen:** Friert den Stromausgang auf den letzten Wert vor der Kalibrierung ein, um unnötige Sprünge z.B. bei der Protokollierung der Stromwerte zu vermeiden.
- **Cal. active:** Zeigt den aktuellen Stromausgang während der Kalibrierung an.

Weitere Einstellungen des Spannungsausgangs befinden sich unter **I/O Mode**. Wenn Sie nach dem Markieren auf <ENTER> klicken, öffnet sich das Menü, in dem die verschiedenen Spannungsausgangsmodi eingestellt werden können.

3. Drücken Sie <ENTER> in der ersten Displayzeile nacheinander, bis Sie den gewünschten Spannungsausgangsmodus erreicht haben (siehe Tabelle 6.4).
4. **Änderung der Signalquelle:** In der zweiten Displayzeile, in der im Standardfall **Ch. 5** angezeigt wird, kann die Quelle des Spannungssignals geändert werden. Um den Kanal zu ändern, klicken Sie mehrmals auf die Taste <ENTER>, um durch die Kanäle zu schalten, bis Sie den gewünschten Kanal erreicht haben. (siehe Tabelle 6.1 für die typische Belegung der Kanäle). Das über die Wärmeleitfähigkeit gemessene Gas wird an Kanal 5 weitergeleitet (angezeigt als z. B. **Ch5. H2**).
5. **Einstellung des Werts des konstanten Spannungsausgangs:** Falls Sie den Modus **Const. Outp.** gewählt haben, können Sie den Wert des Konstantenspannungsausgangs manuell ändern, indem Sie den Cursor auf die zweite Displayzeile **Const. U-Out** bewegen, auf <ENTER> klicken und den gewünschten Wert eingeben, gefolgt von einem Klick auf **OK** (s. Abbildung 6.11).

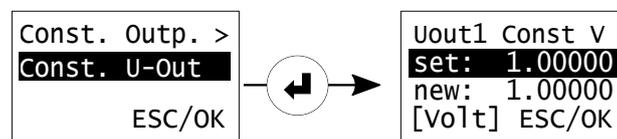


Abbildung 6.11: Einstellung des konstanten Spannungsausgangs.

Diese Einstellungen können für jeden Spannungsausgang, **Voltage Out 1** oder **Voltage Out 2**, separat vorgenommen werden.

Output-Modus	Spannungsbereich	Fehleranzeige
0-10V	Ausgangsspannungsbereich: 0-10 V, Minimum: 0 V, Maximum: 10.5 V	Keine Fehleranzeige
0-5V	Ausgangsspannungsbereich: 0-5 V, Minimum: 0 V, Maximum: 5 V	Keine Fehleranzeige
2-10 (Err)	Ausgangsspannungsbereich: 2-10 V, Minimum: 1.9 V, Maximum: 10.25 V	Fehlerwert: 1.5 V
Const. Outp	Die Ausgangsspannung ist konstant, ihr Wert kann auf einen beliebigen Wert zwischen 0-10V eingestellt werden	keine Fehleranzeige

Tabelle 6.4: Vorhandene Modi der Spannungsausgänge

Die in der Tabelle angegebenen Minimum- und Maximalwerte geben die Limitwerte des Übergangsbereichs an. Der Analogausgang wird an diesen Werten festgehalten, wenn die Messgröße unter bzw. über den Limitwert fällt bzw. steigt.

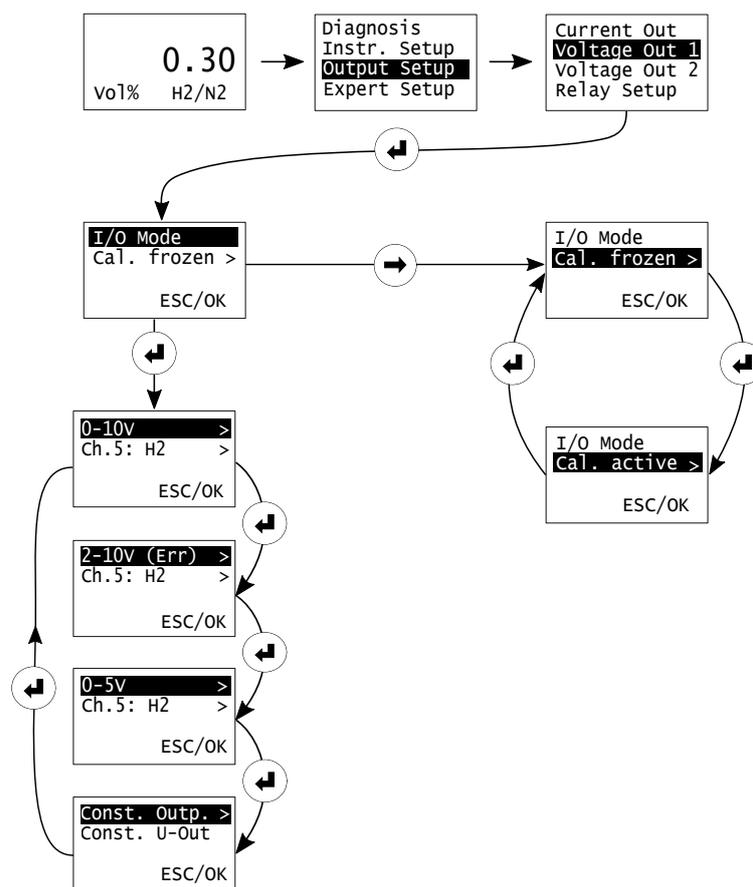


Abbildung 6.12: Einstellung der Spannungsausgänge

6.4.3 Relais Setup

Der FTC400 verfügt über drei Relais, welche flexibel zur Signalisierung von internen Gerätezuständen eingerichtet werden können. Die drei Relais haben identische elektrische Spezifikationen (siehe Abschnitt 9.3) und unterscheiden sich auch anderweitig nicht in ihrer Funktionsweise.

Die Relais können durch die folgenden Signalquellen geschaltet werden:

- **Limits / Grenzwerte:** Für jeden Messkanal können bis zu zwei Limits definiert werden, siehe Abschnitt 7.4. Die zwei Limits, bezeichnet als "Limit 1" und "Limit 2", gefolgt von der Kanalnummer (typischerweise "Ch. 5", kurz für Kanal 5, der Wärmeleitfähigkeitskanal) können flexibel auf ein einziges oder verschiedene Relais geschaltet werden.
- **Errors / Fehler:** Vom FTC400 identifizierte Gerätefehler, wie beispielsweise der Ausfall des Sensorelements oder ein Problem mit der Temperaturregelung. Einzelne Fehler können von der Signalisierung ausgeschlossen werden.
- **Maintenance Request:** Stand August 2023 wird diese Anzeige ausschließlich genutzt um ungewöhnliche Abweichungen bei der Kalibrierung eines Messkanals zu signalisieren, beispielsweise wenn das Signal während dem Sampling ungewöhnlich stark geschwankt hat.

Wenn Sie die Relais zur Signalisierung von Grenzwerten / Limits nutzen möchten, müssen Sie die Limits einrichten, bevor Sie die Relais konfigurieren. Erst nach Aktivierung eines Limits als entweder "Low-High" oder "High-Low" ist dieses in den Relaiseinstellungen sichtbar. Siehe Abschnitt 7.4 zur Einrichtung der Limits.

Hinweis zum Multi Gas Mode (MGM)

Der Multi Gas Mode erlaubt, mit einem einzigen FTC400 wechselnde Gaspaare mittels Wärmeleitfähigkeit zu messen (siehe Abschnitt 7.1). Beim Wechsel des aktiven Gaspaars (beispielsweise von H₂ in N₂ auf He in CO₂) wird eine gaspaarspezifische Linearisierung, Kalibrierung und Einstellung des Messbereichs in Messkanal 5 (Wärmeleitfähigkeitsmessung) des Geräts geladen.

Jedes Gaspaar verfügt auch über separate Limits / Grenzwerte, die beim Umschalten ebenfalls gewechselt werden. Das bedeutet, dass "Limit 1 (Ch.5)" und "Limit 2 (Ch.5)" je nach derzeit gewähltem Gaspaar unterschiedliche Einstellungen besitzen können - so können "Limit 1 (Ch.5)" und "Limit 2 (Ch.5)" für jedes Gaspaar andere Schaltverhalten (Low-High, High-Low, oder auch Off) und andere Threshold- oder Hysteresewerte aufweisen.

Die Zuordnung der Limits auf die Relais und die anderen Einstellung der Relais (failsafe/not failsafe und cal. active/cal frozen) bleibt beim Wechsel des Gaspaars jedoch bestehen. Durch geschickte Einstellung der Grenzwerte und Relais lassen sich trotz dieser Einschränkung noch viele denkbare Schaltungskonzepte realisieren. Nehmen Sie gern Kontakt zu Messkonzept auf, wenn Sie weitere Informationen oder Unterstützung bei der Einrichtung benötigen.

6.4.3.a Relay Trigger / Schaltkriterien

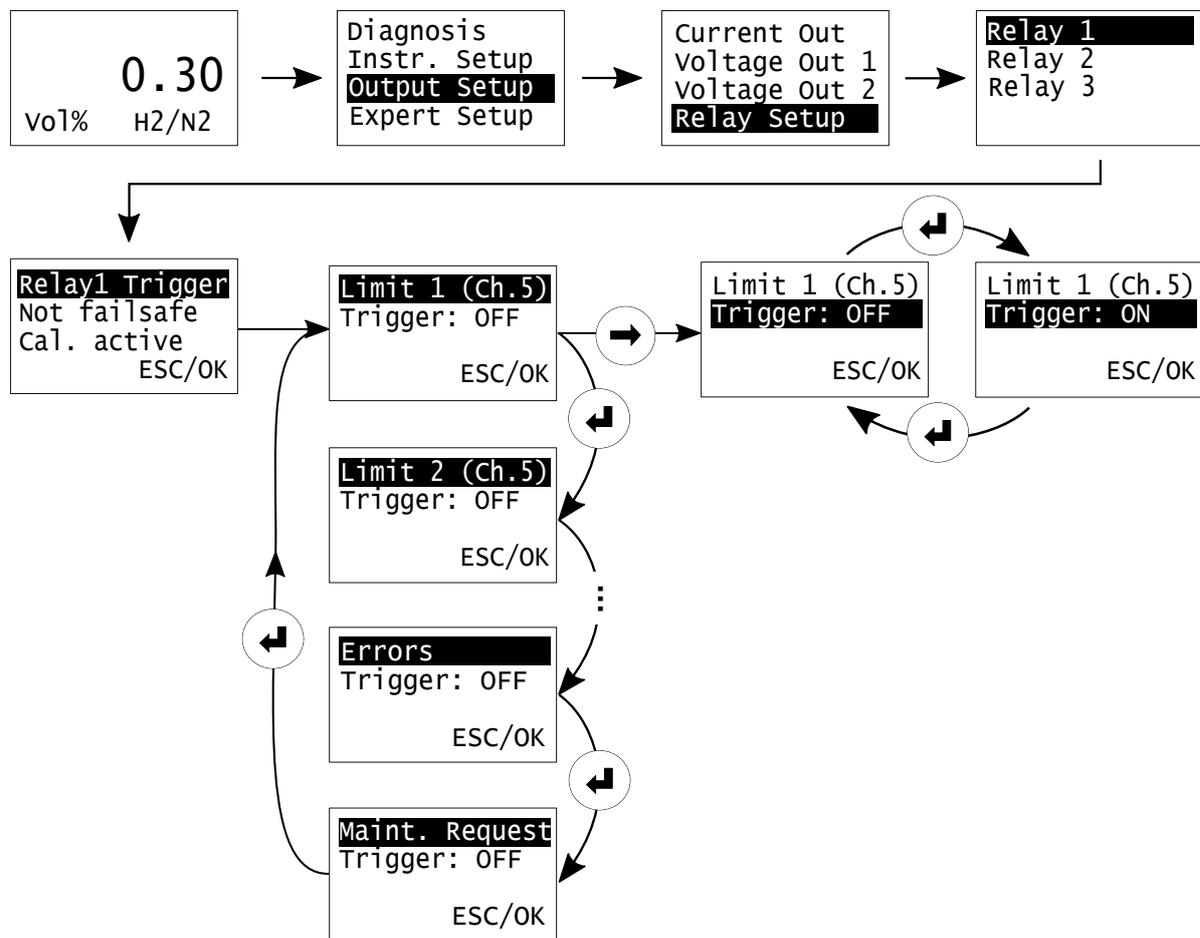


Abbildung 6.13: Relay Setup: Einstellung der Schaltkriterien (Trigger) für Relay 1.

Die Trigger / Schaltkriterien der drei Relais können wie folgend beschrieben eingestellt werden:

1. Vom Hauptmenü (<AUFWÄRTS> Taste) ausgehend finden Sie die Relayeinstellungen unter: **Output Setup -> Relay Setup**. Hier kann eins der drei Relais ausgewählt werden.
2. Wählen Sie den Menüpunkt **RelayX Trigger** (X: Index des Relais: 1, 2 oder 3) mit der <ENTER> Taste aus. Es öffnet sich eine Ansicht von anwählbaren Schaltkriterien. Die erste Bildschirmzeile zeigt den Namen des Schaltkriteriums, beispielsweise "Limit 1 (Ch.5)" für Limit 1 des fünften Messkanals - Hinweis: Kanal 5 ist die mittels Wärmeleitfähigkeit gemessene Gaskonzentration. Drücken der <ENTER> Taste, während die erste Bildschirmzeile markiert ist, zeigt das nächste Schaltkriterium an. Nur aktive Limits (konfiguriert als "Low-High" oder "High-Low") können als Schaltkriterien ausgewählt werden. Siehe Abschnitt 7.4 zur Einrichtung der Limits.
3. Die zweite Bildschirmzeile **Trigger:...** gibt an, ob die Schaltbedingung mit dem Relais verknüpft ist. Wählen Sie die Zeile mit der <RECHTS> Taste an und drücken Sie <ENTER> um den Zustand zwischen "ON" und "OFF" zu wechseln. Für ein Relais können mehrere Trigger ausgewählt werden.
4. Bestätigen Sie die Auswahl mit "OK" oder verwerfen Sie die gemachten Änderungen mit "ESC".

6.4.3.b Relais ausfallsicher / nicht ausfallsicher

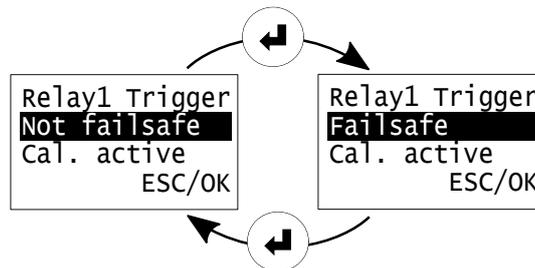


Abbildung 6.14: Failsafe: Der Schaltkontakt des Relais wird im Regelbetrieb geschlossen gehalten, er wird geöffnet, wenn das Schaltkriterium eintritt.

Jedes Relais kann als ausfallsicher oder nicht ausfallsicher (Failsafe / Not failsafe) konfiguriert werden. Wenn das Relais als ausfallsicher (Failsafe) eingestellt ist, ist es im Ruhezustand stromdurchflossen und geschlossen. Eine Schaltbedingung (je nach Einstellung: Grenzwert, Gerätefehler, Maintenance Request) wird durch Öffnen der Arbeitskontakte signalisiert. Dies hat den Vorteil, dass sowohl eine Unterbrechung der Versorgungsspannung des FTC400, als auch Leitungsunterbrechung an den Arbeitskontakten als Fehlerfälle wahrgenommen werden können.

Ist die Einstellung des Relais „nicht ausfallsicher“ wird das Relais im Ruhezustand nicht von Strom durchflossen, die Schaltkontakte des Relais sind dann offen. Ein Schaltkriterium / Alarm wird dann dadurch signalisiert, dass im Auslösefall die Relaispule Spannung erhält. Eine Unterbrechung der Spannungsversorgung des Messgeräts oder ein Kabelbruch zu den Arbeitskontakten kann so nicht signalisiert werden.

Um die Einstellung zu ändern, wählen Sie die zweite Zeile der Relaiseinstellungen mit der <RECHTS> Taste an und wechseln Sie durch Drücken der <ENTER> Taste zwischen „Failsafe“ oder „Not failsafe“. Um eine geänderte Einstellung wirksam zu machen, müssen die Relaiseinstellungen mit „OK“ bestätigt werden.

6.4.3.c Relais aktiv / nicht aktiv während Kalibrierung

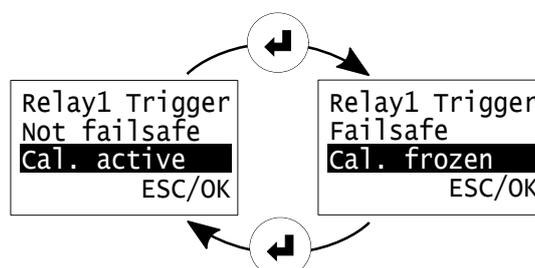
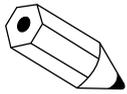


Abbildung 6.15: Cal. frozen: Der Zustand des Relais wird während der Kalibrierung nicht geändert.

Jedes Relais kann als „Calibration active“ oder „Calibration frozen“ konfiguriert werden. Mit der Einstellung „Cal. frozen“ reagiert das Relais während der Kalibrierung nicht auf eine Änderung des Messwertes. Das Relais bleibt für die Dauer der Kalibrierprozedur in dem Zustand, den es vor Beginn der

Kalibrierung hatte. Diese Funktion verhindert, dass durch die Kalibriergase Alarmer ausgelöst werden.

„Cal. active“ bedeutet, dass sich das Relais auch während der Kalibrierung seinen Einstellungen gemäß verhält. Um zwischen „Cal. frozen“ und „Cal. active“ zu wechseln, markieren Sie die dritte Zeile durch die <RECHTS> Taste und drücken Sie <ENTER>. Um eine geänderte Einstellung wirksam zu machen, müssen die Relaiseinstellungen mit „OK“ bestätigt werden.



Die Einstellung "Cal. frozen" wirkt lediglich, wenn die Kalibrierung über das Displayinterface des FTC400 ausgelöst wird. Bei Kalibrierung über das Service-Tool (SetApp) oder anderweitig über die digitale Schnittstelle (RS232/RS485) ist die Einstellung ohne Effekt. Der Einlauf des Kalibriergases stellt in diesem Fall keinen vom Regelbetrieb abgegrenzten Betriebszustand dar - die Relais und Analogausgänge reagieren also auf das einlaufende Gas.

6.5 Experten-Setup

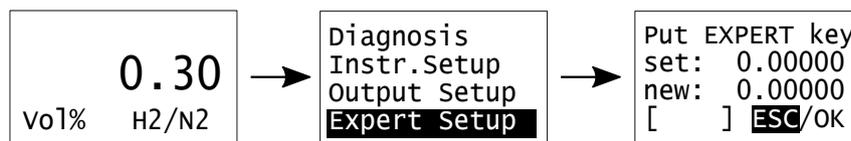


Abbildung 6.16: Zugang zum Experten-Setup

Das Experten-Setup erlaubt eine Reihe von Aktionen, die nur von fortgeschrittenen Anwendern oder Experten durchgeführt werden sollten:

- Einstellen und Ändern aller Parameter
- Ändern des "Operator Code" und des "Expert Code"
- Reset auf Werkseinstellungen
- Einstellung von zu ignorierenden Fehleranzeigen



Dieses Menü ist für fortgeschrittene Anwender oder Experten vorgesehen und darf nicht von normalen Anwendern benutzt werden. Es liegt in der Verantwortlichkeit des Experten die Parameter korrekt einzustellen. Der voreingestellte Zugangscode für das Experten Setup ist 222.000.

6.5.1 Parameter

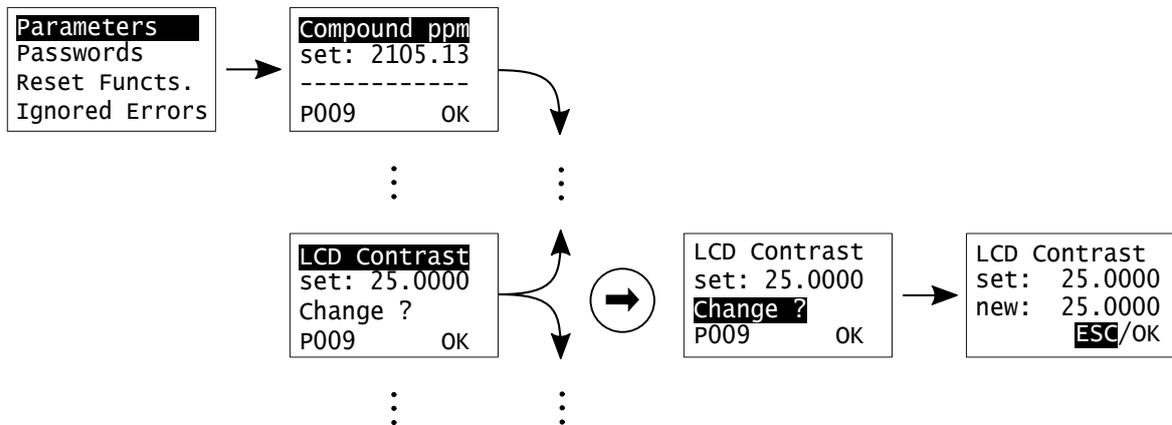


Abbildung 6.17: Zugriff auf Parameter im Experten-Modus

Die Konfiguration des FTC400 ist in einer internen Parameterliste abgebildet. Die Werte dieser Parameter legen sämtliche Einstellungen und Funktionen des Messgerätes fest. Nicht alle Parameter sind veränderbar (bspws. Sensor- und Ausgabedaten wie der momentan gemessenen Messgaskonzentration "Compound ppm"). Sie können vorwärts durch die Parameterliste scrollen, indem Sie <ENTER> drücken (Rückwärts mit der <AUFWÄRTS> Taste). Ist ein Parameter veränderbar, so zeigt die dritte Zeile "Change?" ("Ändern?"). Sie können den ausgewählten Parameter ändern, indem Sie die dritte Zeile mit <RECHTS> anwählen und <ENTER> drücken. Nun erscheint das Untermenü zur Zahleneingabe, um die Änderung durchzuführen. Die Eingabe der Nummern erfolgt durch das Anwählen der jeweiligen Ziffer mit <RECHTS> und deren Änderung mit der <AUFWÄRTS>-Taste. Um das Expertenlevel-Parametermenü zu verlassen, markieren Sie "OK" und drücken Sie <ENTER>.



Das Ändern des Wertes eines Parameters in unsachgemäßer Weise kann zu falschen Messwerten, gravierenden Fehlfunktionen oder sogar zur dauerhaften Beschädigung des Gerätes führen.

6.5.2 Passwörter

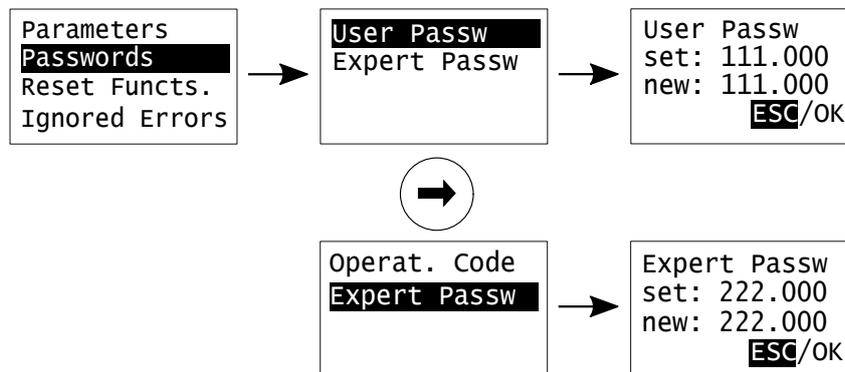


Abbildung 6.18: Passwörtermenü

In diesem Menü können die Passwörter für den Operator Mode (User Password) und den Expertenmodus (Expert Password) geändert werden.

6.5.3 Resetfunktionen

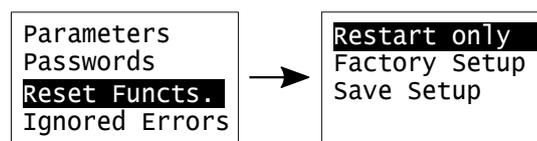
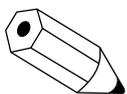


Abbildung 6.19: Reset Funktionen Menü.

Dieses Menü bietet die Möglichkeit, das Gerät neu zu starten oder die Werkseinstellungen des Geräts wiederherzustellen:

- "Restart only": Führt einen einfachen Neustart des Geräts durch
- "Factory Setup": Setzt alle Parameter auf die Werkseinstellungswerte zurück. **Vorsicht! Dies ist nicht umkehrbar!**
- "Save Setup": Überschreiben der Werkseinstellungen. **Vorsicht! Dies ist nicht umkehrbar!**



Wenn das Gerät auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt wird, ist möglicherweise eine neue Kalibrierung erforderlich. Bitte überprüfen Sie die Gerätefunktionalität mit Testgasen, bevor Sie den regulären Betrieb des Geräts wieder aufnehmen.



Die Funktion "Save Setup" überschreibt die Werkseinstellungen und kann nicht umgekehrt werden. Diese Funktion sollte nur in Sonderfällen und in Rücksprache mit dem Service von Messkonzept genutzt werden.

Kapitel 7

Messgrößenbezogene Einstellungen

Für jede Messgröße, i.d.R. durch eine Gaskonzentration gegeben, können auf die Messgröße bezogene Eigenschaften eingestellt werden. Die messgrößenbezogenen Einstellungen sind vom Arbeitsbildschirm durch Anwahl der Messgröße über die <RECHTS>-Taste und Bestätigung mit der <ENTER>-Taste zugänglich (siehe Abbildung 7.1). Im messgrößenbezogenen Menü kann die Kalibrierung und das Alarm-Setup der Messgröße aufgerufen werden.

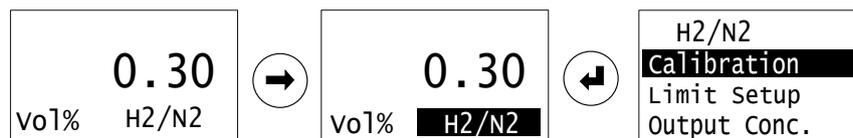
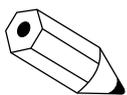


Abbildung 7.1: Aufruf der messgrößenbezogenen Einstellungen.

Um im messgrößenbezogenen Menü den jeweils folgenden Menüpunkt anzuwählen, drücken Sie die <RECHTS>-Taste. Durch Drücken der <ENTER>-Taste erfolgt die Auswahl des markierten, schwarz hinterlegten Menüpunktes und das Untermenü wird geöffnet. Die in diesem Kapitel beschriebenen und bildlich dargestellten Menüpfade beginnen im messgrößenbezogenen Menü.



Alle Eingaben von Zahlen innerhalb der Menüstruktur funktionieren nach dem folgenden Prinzip: Mit <RECHTS> kann die jeweilige Stelle der Zahl angewählt werden und mit der <AUFWÄRTS> Taste kann die Ziffer geändert werden. Wählen Sie **OK** mit <RECHTS> aus und bestätigen Sie mit <ENTER> um die Änderungen zu speichern und zum vorherigen Menü zurückzukehren. Anwählen von **ESC** unterbricht die Eingabe und verwirft veränderte Werte.

7.1 Auswahl des Gaspaars (nur mit Multi Gas Mode)

Bei einem Gerät mit Multi Gas Mode kann das mittels Wärmeleitfähigkeit gemessene Gaspaar gewechselt werden. Dies erlaubt die Verwendung eines FTC400 in wechselnden Anwendungen - beispielsweise zur Überwachung der Reinheit verschiedener Gase nacheinander. Die gewünschten Gaspaare, welche im Multi Gas Mode verfügbar sind, sind bereits bei der Bestellung des Geräts anzugeben, sie werden im Werk eingepflegt und kalibriert.

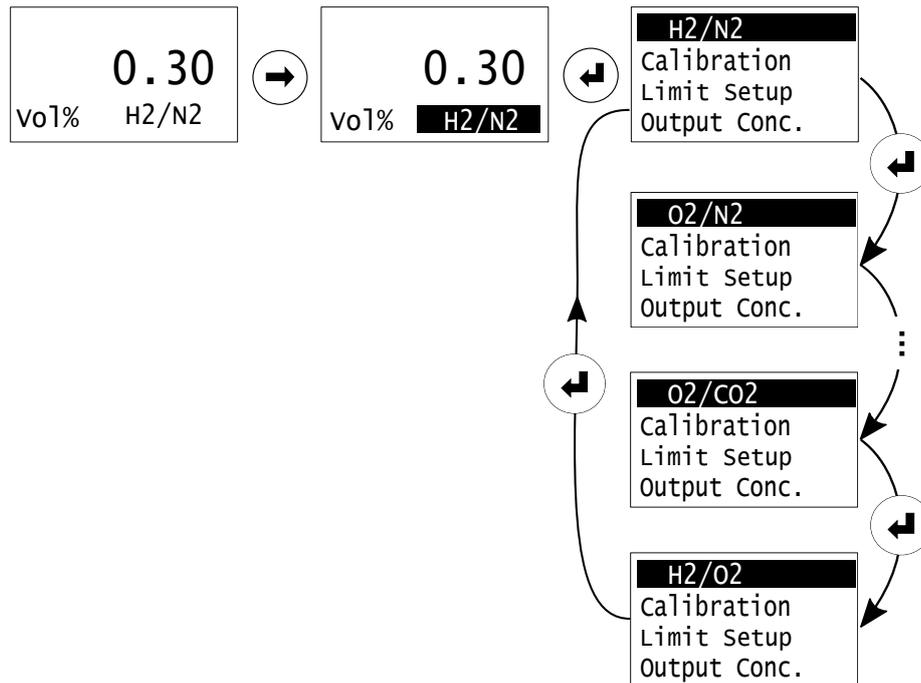


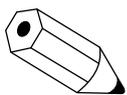
Abbildung 7.2: Multi Gas Mode: Wechsel des aktiven Gaspaars

Das derzeit aktive Gaspaar wird in der ersten Zeile der messgrößenbezogenen Einstellungen angezeigt. Wählen Sie die erste Zeile an (ggf. durch mehrfaches Drücken der <RECHTS> Taste) und Drücken Sie <ENTER> um zum nächsten Gaspaar zu wechseln. Der Wechsel des Gaspaars dauert 1-2 Sekunden - in dieser Zeit wird der Parametersatz des angewählten Gaspaars in den aktiven Speicherbereich des Geräts geladen. Einstellungen des zuvor angewählten Gaspaars bleiben erhalten.

Beim Wechsel des Gaspaars wird die spezifische Linearisierungskurve des nun zu messenden Gaspaars aktiviert, außerdem werden gaspaarspezifisch alle messgrößenbezogenen Einstellungen geladen:

- Kalibrierung, sowie die Einstellungen zur Kalibrierung (Referenzgaskonzentrationen: "Offset Gas", "Gain Gas", siehe Abschnitte 7.3.1 und 7.3.2)
- Einstellungen der Limits / Grenzwerte "Limit 1 (Ch.5)" und "Limit 2 (Ch.5)", siehe Abschnitt 7.4
- Messbereich und analoger Ausgabebereich ("C-> Min. Outp." und "C-> Max. Outp.", siehe Abschnitt 7.5)

Bitte beachten Sie, dass sich die Einstellungen von Analogausgängen und Relais (Teil der "Allgemeinen Gerätekonfiguration", siehe Kapitel 6) nicht ändern, wenn Sie das Gaspaar wechseln. Sie müssen gegebenenfalls beim Wechsel des Gaspaars manuell angepasst werden.



Falls es nicht möglich ist, die erste Bildschirmzeile anzuwählen, ist für Ihr Gerät der Multi Gas Mode nicht verfügbar oder Sie haben ggf. bei einem Gerät mit mehreren Messgrößen (beispielsweise mit externem Sauerstoffsensor) eine solche externe Messgröße angewählt, für welche der Multi Gas Mode nicht verfügbar ist.

7.2 Kalibrieren

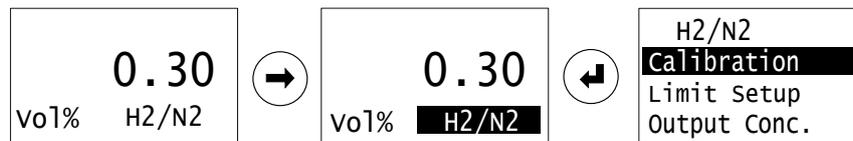
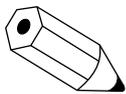


Abbildung 7.3: Die Kalibrierfunktionen sind unter den messgrößenbezogenen Einstellungen zu finden

In diesem Abschnitt wird die Kalibrierung über die Display-Schnittstelle des FTC400 erläutert. Bevor Sie mit der eigentlichen Kalibrierung beginnen, **lesen Sie bitte zunächst Abschnitt 2.4, in welchem erklärt wird, wie die Kalibrierung den Messwert beeinflusst und wie die Kalibrierung geplant und durchgeführt werden sollte.**



In den meisten Fällen ist keine Gain-Kalibrierung nötig. Die Wärmeleitfähigkeits-Messung hat nur eine kleine Drift, welche meist im gesamten Messbereich weitestgehend konstant und damit durch Offset-Kalibrierung sehr gut kompensierbar ist. Unsachgemäße Gain-Kalibrierung kann die Genauigkeit der Messung verschlechtern.

Bei Gasen, die im FTC400 mit den Infrarotkanälen gemessen werden, sollte hingegen auch der Gain aktiv überwacht und ggf. kalibriert werden. Die Infrarotkanäle haben einen relativ stabilen Offset, der Gain kann allerdings stärker driften. Führen Sie bei den mittels Infrarot gemessenen Gasen auch eine Überprüfung am Ende des Messbereichs durch - wenn eine Abweichung festgestellt wird, führen Sie eine Zweipunktkalibrierung durch!

7.3 Auswahl des zu kalibrierenden Signals

Der FTC400 kombiniert Ergebnisse einer integrierten Infrarot-Messung (IR) mit Ergebnissen einer Wärmeleitfähigkeitsmessung (WLD). Dabei werden IR-Signale zur Kompensation der WLD-Signale genutzt. Die Kompensation ist auch während der Kalibrierung aktiv. Um gute Kalibrierergebnisse zu erzielen wird folgendes Vorgehen empfohlen:

- Prüfen Sie zuerst die Genauigkeit aller IR-Messungen. Falls eine Kalibrierung nötig ist, führen Sie sowohl eine Offset- als auch eine Gainkalibrierung durch (Zwei-Punkt-Kalibrierung).
- Erst wenn alle IR-Kanäle getestet und ggf. kalibriert wurden, sollten Sie mit dem Test und der Kalibrierung der WLD-Messung fortsetzen. Für das WLD-Signal reicht in den allermeisten Fällen eine Offsetkalibrierung (Ein-Punkt-Kalibrierung) aus, da die WLD-Messung, abgesehen von einer kleinen Drift, auch über lange Zeiträume sehr stabil ist.



Starten Sie immer erst dann mit der Kalibrierung der Wärmeleitfähigkeitsmessung (z.B. "H2 in N2"), wenn Sie sichergestellt haben, dass die Infrarot-Messung gut kalibriert ist! Die Querempfindlichkeitskompensation ist während der WLD-Kalibrierung aktiviert.

Wenn Sie das Kalibrieremenü geöffnet haben, ist zunächst der zweite Menüpunkt "Calibrate" ("kalibrieren") angewählt. Drücken Sie drei mal die <RECHTS>-Taste um den ersten Menüpunkt anzuwählen.

Druck der <ENTER>-Taste wechselt das zu kalibrierende Signal (bspws. "H2 in N2" für die WLD-Messung, "IR2 CO2" für einen IR-Kanal etc.). Stellen Sie erst danach die von Ihnen eingesetzten Offset- und Gaingaskonzentrationen (Zeilen drei und vier im Kalibrieremenü) ein. Erst danach starten Sie die Kalibrierroutine durch Anwahl des Menüpunkts "Calibrate". Die Einstellung der Gain- und Offset-Gaskonzentrationen wird in den folgenden Unterkapiteln genauer erklärt.

7.3.1 Einstellen der Offset-Prüfgaskonzentration

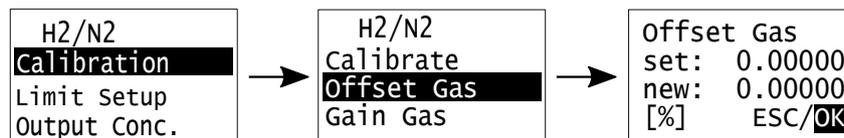


Abbildung 7.4: Das Offset-Gas-Menü

Vor dem Start der eigentlichen Kalibrierung müssen zunächst die verwendeten Offset- und Gain-Prüfgaskonzentrationen eingestellt werden. Im Menü **Calibration** kann nach Auswahl des Menüpunkts **Offset Gas** die Konzentration des verwendeten Offset-Prüfgases eingegeben werden. Das Untermenü **Offset Gas** wird durch Drücken der <RECHTS>-Taste angewählt und mit der <ENTER>-Taste geöffnet. Die Positionsänderung des Cursors erfolgt mit Hilfe der <RECHTS>-Taste. Steht der Cursor auf einer Ziffer, kann durch Drücken der <AUFWÄRTS>-Taste die Ziffer (0-9 oder . als Dezimaltrennzeichen) verändert werden. Das Verlassen des Menüs erfolgt durch Bestätigung mit der <ENTER>-Taste, wenn der Cursor auf **ESC** oder **OK** steht.

7.3.2 Einstellen der Gain-Prüfgaskonzentration

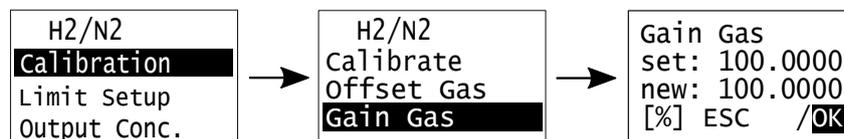


Abbildung 7.5: Das Gain-Gas-Menü

Vor dem Start einer Zweipunkt-Kalibrierung muss zusätzlich zur Offset-Prüfgaskonzentration auch die verwendete Gain-Prüfgaskonzentration eingegeben werden. Das geschieht im Menüpunkt **Gain Gas**. Wählen Sie für die Einstellung den Menü-Punkt **Gain Gas** durch Drücken der <RECHTS>-Taste an. Nachdem Sie mit <ENTER> bestätigt haben, kann die Konzentration analog zur Eingabe der Offset-Gaskonzentration (siehe Abschnitt 7.3.1) eingegeben werden.

7.3.3 Offset-Kalibrierung

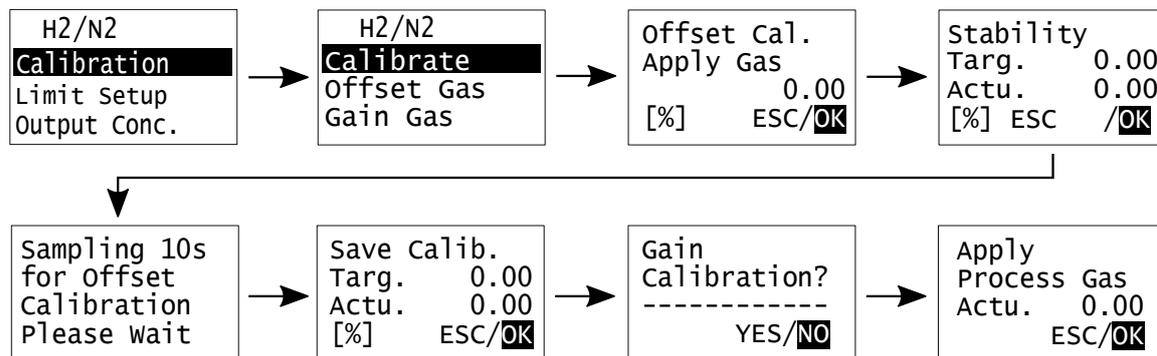


Abbildung 7.6: Darstellung des Menüpfads der Ein-Punkt-Kalibrierung.

Vor der Kalibrierung muss zunächst die Prüfgaskonzentration eingestellt werden, bitte beachten Sie Abschnitt 7.3.1 (und ggf. Abschnitt 7.3.2 für eine Zwei-Punkt-Kalibrierung).

Wenn Sie den Menüpunkt **Calibrate** ausgewählt haben, werden Sie aufgefordert das Offsetprüfgas einzuleiten (**Apply Gas**). In der dritten Bildschirmzeile wird die eingestellte Zielkonzentration (Offset Gas) angezeigt, welche voreingestellt wurde. Die verwendete Einheit ist in der linken unteren Ecke angegeben. Stimmt das verwendete Prüfgas mit den Angaben im Menü überein, kann das Prüfgas eingeleitet werden - idealerweise unter Bedingungen, welche den Prozessbedingungen im Messbetrieb ähneln (gleicher Fluss, Druck, Feuchte¹). Bestätigen mit **OK** führt zum Menüpunkt **Stability**. Im Menüpunkt **Stability** werden die Zielkonzentration (**Targ.**) und die aktuell gemessene Gaskonzentration (**Actu.**) angezeigt. Nach einer ausreichend langen Einlaufzeit, die u.a. von der eingestellten Gasfluss und der Länge der Zuleitung zwischen Prüfgasflasche und Messgerät abhängt, sollte die aktuell angezeigte Konzentration einen stabilen Wert erreichen.



Bitte beachten Sie, dass jede große Fluss-, Druck- aber auch Konzentrationsänderung beispielsweise beim Aufdrehen eines Ventils für den Prüfgasfluss eine kleine Störung auf die thermostatisierte Messung im FTC400 darstellt. Das gilt insbesondere, wenn sie versehentlich, auch nur kurzzeitig, einen sehr hohen Gasfluss hatten. Es kann mehrere Minuten dauern, bis sich ein erneutes Gleichgewicht der Temperaturen im FTC400 eingestellt hat und die Messwertanzeige auch im ppm-Bereich einen stabilen und reproduzierbaren Wert liefert.

Bestätigen Sie das Erreichen des stabilen Endwertes durch Auswahl von **OK** und durch Drücken der <ENTER>-Taste. Dann startet das Messgerät eine 10 Sekunden lange Datenaufnahmephase. Aus dem Mittelwert des aufgezeichneten Signals wird ein Wert für die Offset-Kalibrierung bestimmt. Im Folgenden **Save Calibration Menu** werden der aktuelle Messwert nach dieser Kalibrierung und der Zielwert angezeigt. Der aktuelle Messwert ist bei erfolgreicher Kalibrierung gleich oder sehr nahe dem Zielwert, eine Abweichung sollte innerhalb der Spanne der Gerätespezifikation liegen. Ist der Messwert nicht nahe dem Zielwert sollte die Kalibrierung verworfen und wiederholt werden. Durch Markierung von **ESC**

¹Etwas anders verhält es sich für Geräte mit Querempfindlichkeits-Kompensation gegen aktiv gemessene Störungen, z.B. mit einem Feuchtesensor. Hier ist es wichtig, in dem Arbeitspunkt zu kalibrieren, in welchem die Kompensation nicht aktiv ist - typischerweise ist dies bei völliger Abwesenheit der Störgröße, z.B. bei trockenem Gas. Bitte kontaktieren Sie Messkonzept bezüglich des besten Vorgehens für Ihre gerätespezifische Kompensationsroutine.

und drücken von <ENTER> wird die Offset-Kalibrierung wiederholt. Entspricht der aktuelle Messwert nach dieser Kalibrierung dem Zielwert, kann die Kalibrierung durch Bestätigung mit **OK** übernommen und gespeichert werden.

Nach Speicherung der Offset-Kalibration mit **OK** wird das Menü **Gain Calibration?** geöffnet. Mit der Option **YES** im **Gain Calibration?**-Menü wird die Gain-Kalibrierung eingeleitet.

Wenn nur eine Einpunkt-Kalibrierung gewünscht ist, wird **NO** ausgewählt, woraufhin das **Apply Process Gas**-Menü geöffnet wird. Sie haben Zeit, den normalen Messbetrieb wiederherzustellen, während Alarm-Relais (je nach Einstellung) inaktiv bleiben.

7.3.4 Gain-Kalibrierung

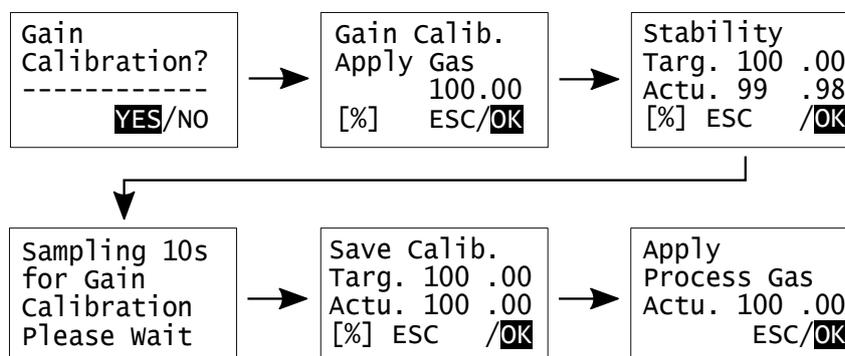


Abbildung 7.7: Menü-Pfad der Gain-Kalibrierung

Die Menüführung erlaubt eine Gain-Kalibrierung nur nach erfolgter Offset-Kalibrierung, da eine sinnvolle Gain-Kalibrierung nur in dieser Reihenfolge möglich ist. Die Schritte der Gain-Kalibrierung sind analog zu denen der Offset-Kalibrierung, außer dass hier natürlich Gain-Prüfgas verwendet werden muss. Führen Sie die Gain-Kalibrierung durch, indem Sie **YES** mit <ENTER> anwählen. Die Gain-Kalibrierung kann mit **ESC** aus jedem Untermenü heraus abgebrochen werden, um zum **Gain Calibration?**-Menü zurückzukommen. Wählt der Anwender in dem **Gain Calibration**-Menü **NO**, beendet er die Gain-Kalibrierung und wird aufgefordert das Messgas einzuleiten. Die Steigung der Kalibriergeraden (Gain) bleibt dann unverändert auf dem Wert der letzten mit **OK** bestätigten Gain-Kalibrierung.

7.4 Limit Setup

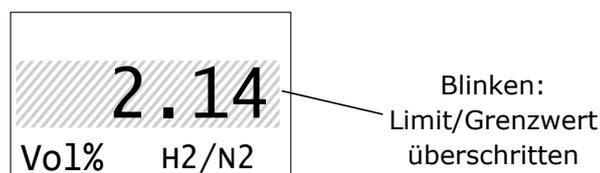


Abbildung 7.8: Anzeige eines überschrittenen Grenzwerts / Limits am FTC320.

Für jeden Messkanal können bis zu zwei Grenzwerte (engl. Limits) eingestellt werden. Überschreitet die überwachte Messgröße den Grenzwert wird dies durch Blinken der Messgröße auf dem Display an-

gezeigt, siehe Abbildung 7.8. Grenzwerte können flexibel über die drei verfügbaren Relais signalisiert werden, siehe hierzu Abschnitt 6.4.3. Bitte beachten Sie, dass die Relais erst dann mit den Grenzwerten verknüpft werden können, wenn die Grenzwerte zuvor eingestellt wurden.

Folgend wird in Abschnitt 7.4.1 die Einstellung der Grenzwerte erläutert, Abschnitt 7.4.2 zeigt einige Beispiele, wie die Grenzwerte in verschiedenen Anwendungen genutzt werden können.

7.4.1 Einstellung eines Grenzwerts / Limits

Die Einstellung der Grenzwerte / Limits erfolgt über die messgrößenbezogenen Einstellungen: Von der Hauptansicht ausgehend kann die Messgröße mit der <RECHTS> Taste angewählt werden (siehe Markierung von „H2/N2“ links oben in Abbildung 7.9). Bestätigen mit <ENTER> führt in das Menü der Messgröße. Wählen Sie in diesem Menü mit der <RECHTS> Taste die Zeile „Limit Setup“ an und bestätigen Sie mit <ENTER>.

Jeder Messkanal verfügt über zwei Grenzwerte, die unabhängig voneinander aktiviert und konfiguriert werden können. Nach Anwahl des zu konfigurierenden Grenzwerts mit der <ENTER> Taste wird die derzeitige Einstellung des Grenzwerts angezeigt.

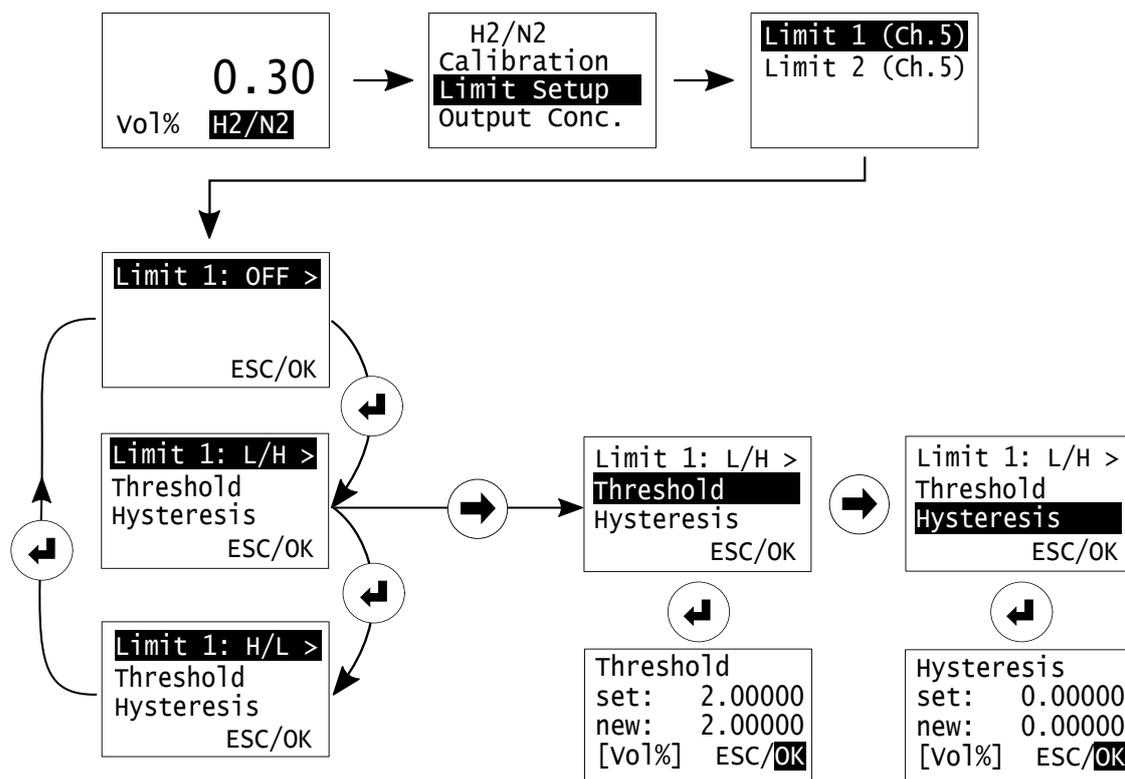


Abbildung 7.9: Einstellung eines Grenzwerts/Limits.

In Abbildung 7.9 ist der Menüpfad beispielhaft für Limit 1 des Kanals 5 (mittels Wärmeleitfähigkeit gemessene Gaskonzentration), gezeigt.

Im Limit Setup gibt die erste Bildschirmzeile den derzeit konfigurierten Modus des Grenzwerts an. Es kann einer der folgenden Modi ausgewählt werden:

- **OFF:** Der Grenzwert ist inaktiv.
- **L/H:** Signalisierung bei Überschreiten des Schaltpunkts (Threshold) von unten nach oben.
- **H/L:** Signalisierung bei Unterschreiten des Schaltpunkts (Threshold) von oben nach unten.

Um den Modus zu wechseln, Drücken Sie die <ENTER> Taste während die erste Bildschirmzeile markiert ist. Um den Schaltpunkt des Grenzwerts (Threshold) oder die Hysterese einzustellen, wählen Sie die zweite bzw. dritte Bildschirmzeile mit der <RECHTS> Taste an und drücken Sie <ENTER>. Der Wert, welcher hinter „set:“ steht gibt die derzeitige Einstellung an, mit der <RECHTS> Taste können die Ziffern des neu einzustellenden Werts „new:“ angewählt und mit der <AUFWÄRTS> Taste manipuliert werden. Die Einstellung kann mit „OK“ bestätigt, mit „ESC“ verworfen werden.

7.4.1.a Hysterese

Um häufig wechselnde An- und Ausschaltvorgänge von Relais an einem Grenzwert zu vermeiden, kann ein Hysteresewert eingestellt werden. Die Einstellung erfolgt in der verwendeten Messeinheit (z.B. Vol % oder ppm). Im FTC400 ist die Hysterese wie folgt implementiert:

- **L/H:** Grenzwert schaltet ein bei Überschreiten des Threshold, er wird ausgeschaltet bei Unterschreiten von Threshold - Hysterese, siehe Abbildung 7.10.
- **H/L:** Grenzwert schaltet ein bei Unterschreiten des Threshold, er wird ausgeschaltet bei Überschreiten von Threshold + Hysterese, siehe Abbildung 7.11.

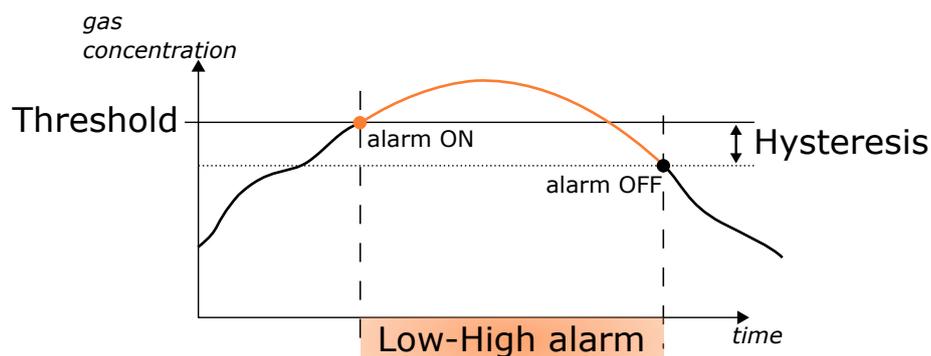


Abbildung 7.10: Hystereseverhalten bei Einstellung des Grenzwerttyps Low-High.

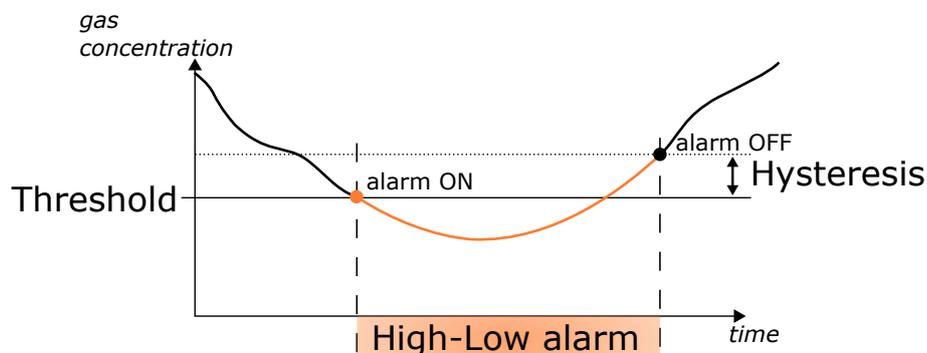


Abbildung 7.11: Hystereseverhalten bei Einstellung des Grenzwerttyps High-Low.

7.4.2 Beispiele

Beispiel 1 - Überwachung einer unteren Explosionsgrenze

Grenzwerte können beispielsweise genutzt werden um eine Explosionsgrenze zu überwachen. Für Wasserstoff in Sauerstoff unter Atmosphärendruck liegt die untere Explosionsgrenze (kurz: UEG) bei ca. 4 Vol.% Wasserstoff - denkbar ist eine Alarmierung bei 50 % UEG, also 2 Vol.%, siehe Abbildung 7.12. Wird der Grenzwert mit einem Relais verknüpft, kann eine Sicherheitsabschaltung realisiert werden. Abschnitt 6.4.3 erläutert wie die Relais durch Grenzwerte geschaltet werden können.

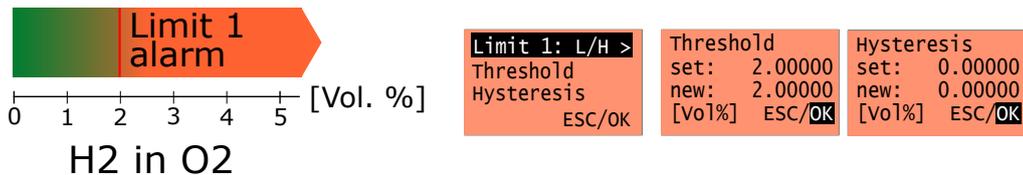


Abbildung 7.12: Grenzwertalarm bei 50 % UEG.

Beispiel 2 - Zweistufige Überwachung einer unteren Explosionsgrenze

Unter Verwendung beider Grenzwerte einer Messgröße können komplexere Schaltungen realisiert werden. So ist beispielsweise eine zweistufige Alarmierung möglich, siehe Abbildung 7.13. Limit 1 als Vorwarnstufe bei 1 Vol.% (~25 % UEG) könnte beispielsweise genutzt werden um ein Warnlicht über eins der Relais zu schalten, Limit 2 bei ~50 % UEG könnte an eine Sicherheitsabschaltung gekoppelt werden.

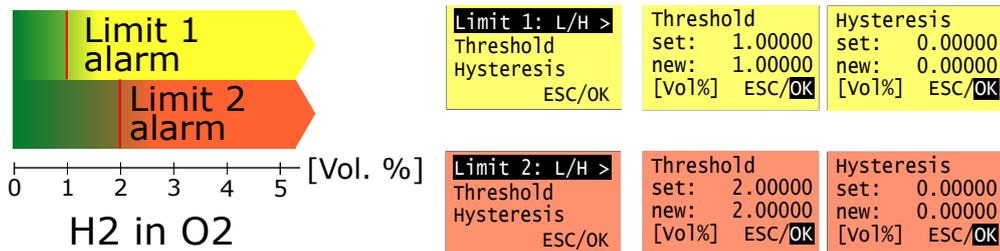


Abbildung 7.13: Zweistufiger Grenzwertalarm: Grenzwerte bei 25 % UEG und 50 % UEG.

Beispiel 3 - Prozessfenster mit Hysterese

Wird ein Grenzwert als High-Low, der andere als Low-High, konfiguriert, kann ein Prozessfenster überwacht werden, siehe Abbildung 7.14. Wenn hiermit ein rückgekoppelter Prozesse geschaltet wird ist ggf. die Einstellung einer Hysterese sinnvoll.

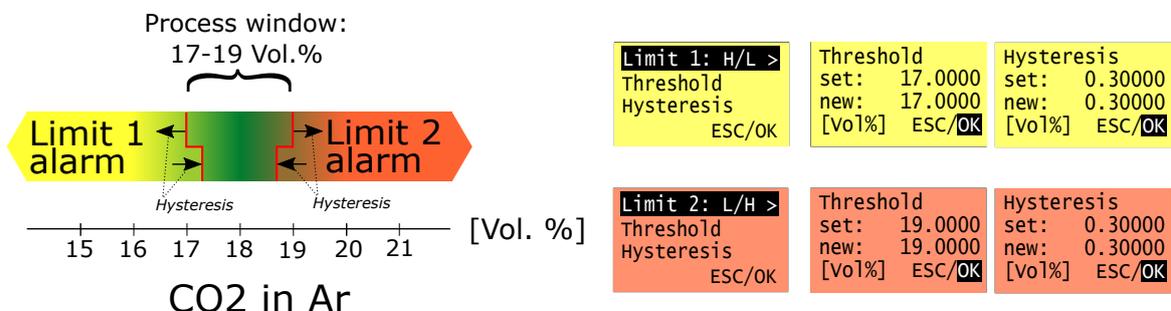


Abbildung 7.14: Überwachung eines Prozessfensters: Gasmischerregelung für Schweißschutzgase.

7.5 Einstellung des analogen Ausgangsbereichs

Standardmäßig ist der (analoge) Ausgabebereich einer Messgröße auf den Messbereich (siehe Typenschild) voreingestellt. Dieser Ausgabebereich kann bei Bedarf auch auf andere Anfangs- und Endwerte konfiguriert werden.

Unter **Output Conc.** können die minimale und maximale Ausgangskonzentration wie folgt eingestellt werden: (s. Abbildung 7.15)

- **Einstellung des minimalen Outputs:** Im Menü **Output Conc.** die Option **C-> Min. Outp.** wählen, den neuen Wert eingeben und ihn durch Klicken auf **OK** bestätigen.
- **Einstellung des maximalen Outputs:** Im Menü **Output Conc.** die Option **C-> Max. Outp.** wählen, den neuen Wert eingeben und ihn durch Klicken auf **OK** bestätigen.

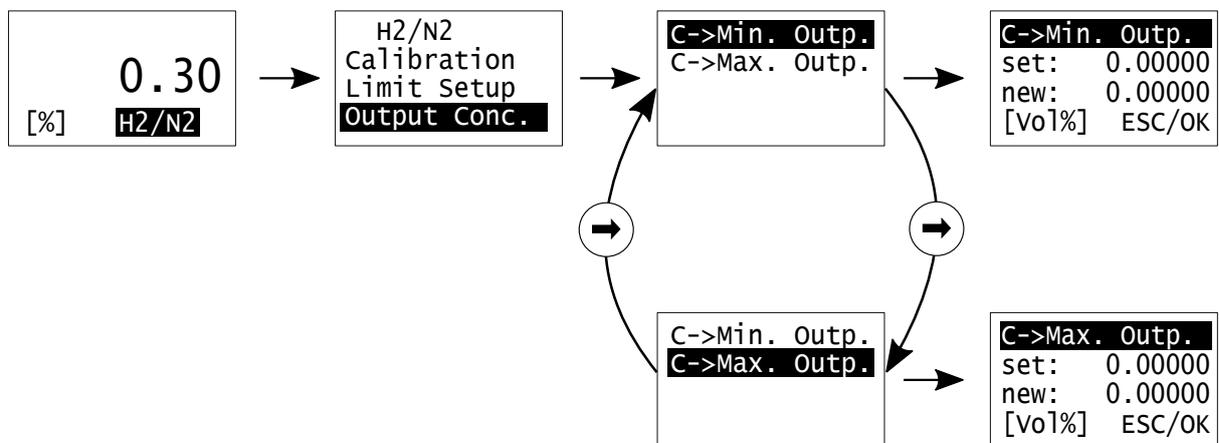


Abbildung 7.15: Einstellung der Output-Konzentration.

Kapitel 8

Anhang: Fehlerbeschreibung und Behebung

In diesem Anhang ist eine Liste möglicher Fehlermeldungen (siehe Abschnitt 6.2.2) des FTC400 zu finden.

Im Fall einer Fehleranzeige auf Ihrem Gerät, sehen Sie bitte in der folgenden Liste nach, welche Maßnahmen im Fehlerfall angeraten sind, um Fehlerursachen zu beseitigen. Sollte dies nicht bei Ihnen vor Ort möglich sein, kontaktieren Sie bitte Messkonzept und beschreiben die Umstände, die zum Fehler geführt haben. Einige Probleme lassen sich mittels Fernwartung lösen.

Sollte der Fehler weiterhin bestehen, können Sie von Messkonzept gebeten werden, Ihr Gerät einzuschicken. Bitte beachten Sie beim Einsenden des Geräts folgende Punkte:

- Verschließen Sie die Gasanschlüsse, um die im Gerät befindlichen Gasleitungen sauber zu halten. Nutzen Sie, sofern noch vorhanden, die schwarzen Schutzkappen, die bei Auslieferung auf die Anschlüsse gesteckt waren.
- Verpacken Sie das Gerät sicher und stoßfest. Nutzen Sie, sofern vorhanden, die Verpackung, in welcher Sie das Gerät bei Auslieferung erhalten haben.
- Bitte fügen Sie dem Paket eine kurze Fehlerbeschreibung und / oder einen Verweis auf einen vorherigen E-Mail-Kontakt bei.



Öffnen Sie niemals das Gehäuse des FTC400. Ihr Anspruch auf Gewährleistung erlischt, wenn das Gehäuse geöffnet wurde. Versuchen Sie nicht eigenhändig Reparaturen am Gerät durchzuführen!

Angezeigte Meldung	Grund	Erlaubter Bereich	Fehlerbehebung
EEPROM ERROR	Fehler beim Lesen oder Schreiben von Daten auf oder von dem internen FLASH-EEPROM	-	Wiederholen Sie den Vorgang. Wenn der Fehler erneut auftritt, schicken Sie das Messgerät zurück an Messkonzept.
CAL GAIN ER	Nach der Kalibrierung der Steigung (gain) überschreitet der Wert den erlaubten Bereich	0.5-1.5	Überprüfen Sie, ob das verwendete Kalibriergas mit dem im Menü eingestellten übereinstimmt und dieses Gas tatsächlich während der Kalibrierung im Messgerät ist. Wiederholen Sie die Kalibrierung. Wenn der Fehler erneut auftritt, schicken Sie das Messgerät zurück an Messkonzept.
CAL OFFS ER	Nach der Kalibrierung des Achsenabschnitts (offset) überschreitet der Wert den erlaubten Bereich.	100 mV	<i>Siehe CAL GAIN ER.</i>
CAL DEV ER	Nach der Kalibrierung überschreitet der Wert, der nachgezogen wurde, die erlaubte Änderung zur letzten Kalibrierung.	50000 ppm	<i>Siehe CAL GAIN ER.</i>

Angezeigte Meldung	Grund	Erlaubter Bereich	Fehlerbehebung
CAL VAR ER	Erlaubte Signal-Schwankungsbreite wird während der Kalibrierung überschritten.	1000ppm	<p>Wiederholen Sie die Kalibrierung. Überprüfen Sie, ob während der Kalibrierung vor der 10s Datenaufnahme-Phase (sampling) das Messsignal stabil ist. Fluktuationen, z.B. durch starke Pumpstöße, oder noch nicht beendeter Signal-Einlauf könnten Ursache für die Instabilität sein. Wiederholen Sie die Kalibrierung, falls die erneute Messung wieder fehlerhaft ist, schicken Sie das Messgerät zurück an Messkonzept.</p>
BT MIN(WARMUP)	Blocktemperatur noch nicht erreicht (Aufheizphase)	SetTemp-2K	<p>Dieser Fehler sollte nur innerhalb der ersten max. 20 Minuten nach dem Start des Geräts erscheinen. Das Gerät ist noch in der Aufheizphase, misst nicht entsprechend der Spezifikationen. Warten Sie bis der Temperaturregler seinen Sollwert stabil erreicht hat.</p>
BT MIN ER	Blocktemperatur unterhalb des eingestellten Wertes	SetTemp-2K	<p>Dieser Fehler kann kurz nach einer sehr großen Änderung der Gaskonzentration oder des Gasflusses auftreten. Bitte warten Sie ein paar Minuten und prüfen Sie, ob der Fehler weiterhin besteht. Eine Ursache für den Fehler kann der Betrieb des Geräts außerhalb des angegebenen Umgebungstemperatur- oder Gastemperaturbereichs sein. Beachten Sie die Gerätespezifikationen. Wenn der Fehler weiterhin besteht, senden Sie das Gerät mit einer Fehlerbeschreibung an Messkonzept.</p>

Angezeigte Meldung	Grund	Erlaubter Bereich	Fehlerbehebung
BT MAX ER	Block-Temperatur oberhalb des eingestellten Bereiches	SetTemp+2K	<i>Siehe BT MIN ER.</i>
TC SENS ERROR	TC-Signal außerhalb des erlaubten Bereichs	1 - 7 V	Schicken Sie das Messgerät unter Angabe der Fehlermeldung zurück an Messkonzept.
IR SENS ERROR	IR-Signal außerhalb des erlaubten Bereichs	50-3300 mV	Schicken Sie das Messgerät mit Angabe der Fehlermeldung zurück an Messkonzept.
O2 SENS ERROR	Keine Verbindung zum Sauerstoffsensor oder Signal außerhalb des erlaubten Bereichs	0-32768	Schalten Sie das Gerät aus, prüfen Sie erst dann die Verbindung zum externen Sauerstoffsensor. Wenn der Fehler weiterhin besteht, senden Sie das Gerät mit einer Fehlerbeschreibung an Messkonzept.
HUMID SENS ERR	Keine Verbindung zum Feuchtesensor oder Signal außerhalb des erlaubten Bereichs	0-100 % rh.	Senden Sie das Gerät mit einer Fehlerbeschreibung an Messkonzept.
PRESS SENS ERR	Keine Verbindung zum Drucksensor oder Signal außerhalb des erlaubten Bereichs	10-2000 mbar	Senden Sie das Gerät mit einer Fehlerbeschreibung an Messkonzept.
FLOW SENS ERR	Keine Verbindung zum Differenzdrucksensor für die Flussmessung		Senden Sie das Gerät mit einer Fehlerbeschreibung an Messkonzept.

Tabelle 8.1: Beschreibung von Fehlermeldungen

Kapitel 9

Anhang: Technische Daten

9.1 Wärmeleitfähigkeitsmessung

Eigenschaft	Bereich / Genauigkeit
Linearität	< 1 % des Messbereichs
Aufwärmzeit	Etwa 20 min; Bis zu 1 h für Messungen in kleinen Messbereichen
Flussrate	10 l/h - 150 l/h, 60 l/h - 80 l/h (empfohlen)
T90-Zeit	< 1 sec bei Flussraten größer 60 l/h (oder je nach Benutzereinstellung der T90-Fiter Zeit)
Signalrauschen	< 0.5 % des kleinsten Messbereichs
Drift am Nullpunkt	< 2 % des kleinsten Messbereichs pro Woche
Wiederholbarkeit	< 1 % des Messbereichs
Abweichung bei Änderung der Umgebungstemperatur	< 1 % des kleinsten Messbereichs pro 10 K Temperaturänderung
Abweichung bei Änderung der Flussrate bei 80 l/h	< 1 % des kleinsten Messbereichs pro 10 l/h
Abweichung bei Druckänderung (800 hPa < p < 1200 hPa)	< 1 % des kleinsten Messbereichs pro 10 hPa

Tabelle 9.1: Spezifikationen der Wärmeleitfähigkeitsmessung

9.1.1 Durchfluss

Artikelnummer	Bezeichnung	Kalibriert bei...	Fluss bei Atmosphärendruck
A120B900	ohne Schutz	60 l/h	Empfohlener Fluss: 60 l/h Empfohlener Bereich: 40 - 80 l/h
A120B901	Schutz vor Korrosion	60 l/h	Zulässiger Bereich: 10 - 120 l/h
A120B902	Schutz vor Kondensat und Staub	60 l/h	Empfohlener Fluss: 60 l/h Empfohlener Bereich: 40 - 150 l/h
A120B903	Schutz vor Korrosion, Kondensat und Staub	60 l/h	Zulässiger Bereich: 10 - 300 l/h
A120B907	Low flow mit Schutz vor Kondensat und Staub	10 l/h	Empfohlener Fluss: 10 l/h Empfohlener Bereich: 3 - 20 l/h Zulässiger Bereich: 1 - 60 l/h
A120B907	<i>Low flow mit Schutz vor Kondensat und Staub</i>	30 l/h *	<i>Empfohlener Fluss: 30 l/h Empfohlener Bereich: 20 - 40 l/h Zulässiger Bereich: 1 - 60 l/h</i>
A120B908	Low flow mit Schutz vor Korrosion, Kondensat und Staub	10 l/h	Empfohlener Fluss: 10 l/h Empfohlener Bereich: 3 - 20 l/h Zulässiger Bereich: 1 - 60 l/h

Tabelle 9.2: Empfohlener und zulässiger Gasfluss der verschiedenen Gerätevarianten.

* Beispiel für eine kundenspezifische Kalibrierung. Die Kalibrierung wird idealerweise beim gleichen oder ähnlichen Durchfluss wie im Messbetrieb durchgeführt.

9.2 Infrarotmessung

Genauere Spezifikationen der Infrarotmessung werden baldmöglichst eingepflegt, bis dahin möchten wir Sie bitten, uns mit Ihren Fragen bezüglich der Messung direkt zu kontaktieren: info@messkonzept.de

9.3 Elektrische Spezifikationen

Teilfunktion / Schnittstelle	Eigenschaft	Wert
Display	128 x 64 Pixel LCD	
Bedientasten	3 Kurzhubtaster	
Analogeingang 1/2	Spannungsbereich:	0 bis 10 V
	Bezugspotential:	Erde
	Eingangswiderstand:	etwa 50 k Ω
	Auflösung	24 bit
Stromausgang	Signalstrom:	0/4 bis 20 mA
	Bezugspotential:	galvanisch getrennt, max. ± 500 V gegen Erde
	Bürde:	max. 800 Ω
	Auflösung:	16 bit
Spannungsausgang	Spannungsbereich:	0 bis 10 V
	Bezugspotential:	Erde
	Lastwiderstand:	min. 50 k Ω
	Auflösung:	16 bit
Relais 1/2/3	Maximale Spannung:	30 V
	Schaltstrom:	0.5 A (max.)
	Schaltleistung:	10 W (max.)
	Bezugspotential:	galvanisch getrennt, max. ± 500 V gegen Erde
Spannungsversorgung	Gleichspannung:	24 V DC, zul. Bereich 21V bis 30V
	Maximalstrom:	1 A
	Typische Stromaufnahme:	500 mA
	Schutzmaßnahme:	PELV (Protective Extra Low Voltage)
Digitale Schnittstelle	Typ:	RS-232
	Baud-Rate:	19.2 kbaud
	Daten:	8 bit
	Parität:	Keine
	Stop:	1
	Flusskontrolle	Keine
	Bezugspotential:	Erde

Tabelle 9.3: Elektrische Spezifikationen

9.4 Zulässige Eigenschaften der zu messenden Probe

Messgasdruck	Standardausführung: max. 20 bar abs. mit Flussmessung: max. 2 bar abs. für brennbare Gase: max. 3 bar abs. Abweichende Sonderausführungen beachten!
Gastemperatur	Bei 60 l/h: - max. 80 °C bei 25 °C Umgebungstemperatur - max. 50 °C bei 50 °C Umgebungstemperatur - min. -20 °C bei Ausführung ohne Glaskugeln - min. -5 °C bei Ausführung mit Glaskugeln
Staub, Aerosole, Ölnebel, Flüssigkeiten	unbedingt vermeiden (bspws. über Abscheider/Filter), die Option „Schutz vor Kondensat und Staub“ kann Beeinträchtigung der Messfähigkeit verhindern
korrosive Gase	nur mit korrosionstoleranter Ausführung und Rücksprache mit Messkonzept
Feuchte	keine Taupunktunterschreitung im Messgasweg, 60°C in Messgeräte, ggf. Anschlussstutzen beheizen
Wasserkondensat/Tropfen	unbedingt vermeiden, die Option "Schutz vor Kondensat und Staub" kann die Zerstörung des Sensorelements durch Wasser verhindern

Tabelle 9.4: Eigenschaften des Messgases.

Bezüglich der Einleitung brennbarer und explosionsfähiger Gase den Punkt "Bestimmungsgemäßer Gebrauch" 1.2 beachten!

9.5 Umgebungsbedingungen

Umgebungstemperatur:	-20 °C bis 50 °C (-4 °F bis 122 °F) oder wenn Gehäuse mit Glaskugeln befüllt: -5 °C bis 50 °C (23 °F bis 122 °F)
Lagertemperatur:	-25 °C bis 70 °C (-15 °F bis 160 °F) (nicht kondensierend)
Schutzklasse	IP 65 (alle Buchsen mit Stecker und/oder Schutzkappen versehen)

Tabelle 9.5: Umgebungsbedingungen.

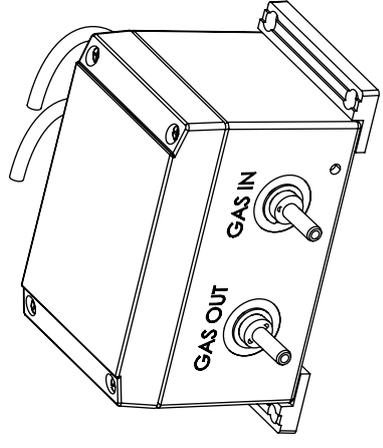
9.6 Maße

Abmessungen:	Tiefe: 85 mm Breite: 144 mm Höhe: 80 mm ohne Anschlüsse
Gewicht:	max. 1800 g
Befestigung:	Wandmontage

Tabelle 9.6: Maße.

Kapitel 10

Anhang: Maßzeichnung für Montage

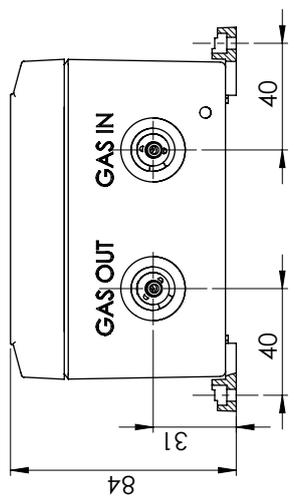


95mm bei fixierten Kabeln /
 122mm bei losen Kabeln
 95mm with cables fixed /
 122mm with cables movable

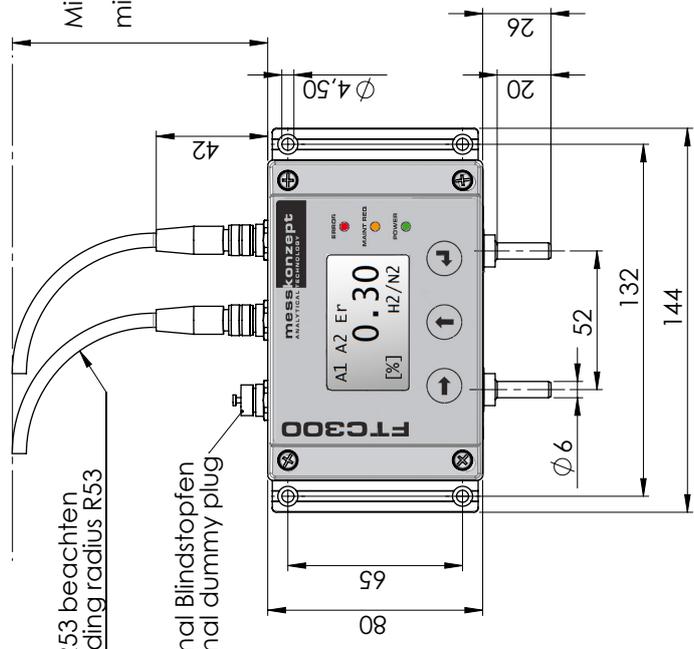
Steckverbindung / plug-and-socket connection
 A 7 polig / 7 pins
 B 5 polig / 5 pins
 C 8 polig / 8 pins

zulässiger Biegeradius: feste Installation R_{min} 53mm
 bewegliche Kabel R_{min} 80
 tolerable bending radius: fixed installation R_{min} 53mm
 flexibel cable R_{min} 80mm

Obfl.:

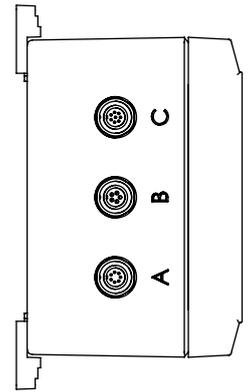


Minimale Freiraum
 minimal clearance



min. Biegeradius R53 beachten
 consider min. bending radius R53

optional Blindstopfen
 optional dummy plug



DIN ISO 2768-mK		Maßstab 1:2	
Datum 28.04.2015		Name Ashmore	
21.11.18 VA		28.04.15 VA	
003		002	
01		01	
Zustf.	Änderungsnr.	Datum	Name
FTC 300		Massbild	
A090-X005		Blatt 1	
		1	
		CAD	

Messkonzept GmbH

Analytical Technology

Niedwiesenstr. 33
60431 Frankfurt
Germany

Telefon +49 69 53056444

Fax +49 69 53056445

info@messkonzept.de

www.messkonzept.de

Geschäftsführer

Dr. Axel-Ulrich Grunewald

Gerichtsstand Frankfurt HRB 49940

USt-ID: DE211207233