



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 112 495.8**

(22) Anmeldetag: **07.07.2016**

(43) Offenlegungstag: **11.01.2018**

(51) Int Cl.: **G08C 19/00 (2006.01)**
G01N 33/00 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Phoenix Contact GmbH & Co. KG, 32825
Blomberg, DE**

(74) Vertreter:
**Patentship Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80687
München, DE**

(72) Erfinder:
Linne, Michael, 32756 Detmold, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

US 2016 / 0 048 142 A1

HERING, Ekbert; MARTIN, Rolf; GUTEKUNST, Jürgen; KEMPKE, Joachim: Elektrotechnik und Elektronik für Maschinenbauer. 2. Auflage. ISBN 978-3-642-12880-6. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. Kapitel H: Feldbusse, S. 471 - 514.

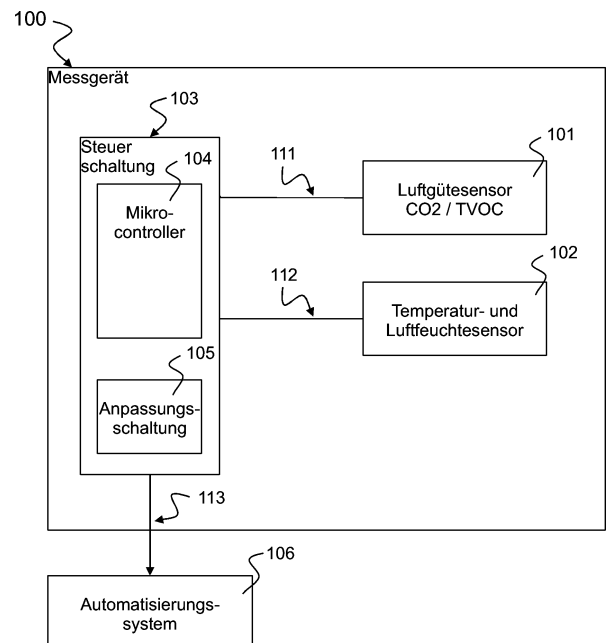
TEXAS INSTRUMENTS: TI Designs - Turnkey IO-Link Sensor Transmitter. Firmenschrift TIDU 259A - April 2014 - Revised August 2014. Dallas, TX: Texas Instruments Inc., 2014.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Messgerät zur Messung und Bewertung der Güte von Umgebungsluft**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Messgerät (100) zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, mit: einem Luftgütesensor (101), der ausgebildet ist, erste Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) zu erfassen; einem Temperatur- und Luftfeuchtesensor (102), der ausgebildet ist, zweite Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft zu erfassen; und einer Steuerschaltung (103) zum Empfangen der von dem Luftgütesensor (101) erfassten ersten Messdaten über eine erste interne Schnittstelle (111) und zum Empfangen der von dem Temperatur- und Luftfeuchtesensor (102) erfassten zweiten Messdaten über eine zweite interne Schnittstelle (112), wobei die Steuerschaltung (103) ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein externes Datenprotokoll anzupassen und über eine externe Schnittstelle (113) zu einem Automatisierungssystem (106) zu übertragen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Messgerät zur Messung und Bewertung der Güte von Umgebungsluft und ein entsprechendes Verfahren.

[0002] Flüchtige organische Verbindungen (Abkürzung VOC bzw. VOCs nach „volatile organic compound(s)“ ist die Sammelbezeichnung für organische, also kohlenstoffhaltige Stoffe, die leicht verdampfen, d.h. flüchtig sind, bzw. schon bei niedrigen Temperaturen, z.B. Raumtemperatur als Gas vorliegen.

[0003] Durch die Belastung mit flüchtigen organischen Verbindungen in der Innenraumluft können Menschen dauerhaft erkranken. Am häufigsten davon betroffen sind Kinder, ältere und sensible Menschen. Die Symptome wie Kopfschmerzen, Allergien, Müdigkeit, Leistungsminderung, Schlafstörungen und Reizungen der Atemwege werden unter dem Begriff „Sick-Building-Syndrom“ zusammengefasst. Das Krankheitsbild ist international verbindlich durch die WHO definiert.

[0004] Aus Erfahrung ist die Luftqualität auch im eigenen Büro starken Schwankungen unterworfen. Dies ist von vielen Faktoren, wie z.B. der Anzahl an Personen pro Fläche, der Funktionsweise der Lüftungsanlage oder wie viele Geräte betrieben werden, abhängig. Die Bewertung der Luftgüte ist sowohl in privaten als auch öffentlichen Gebäuden und in industrieller Umgebung interessant. Durch ein optimiertes Lüftungskonzept lässt sich die Gesundheit der Mitarbeiter schützen und verbessern.

[0005] Fig. 7 zeigt die Änderung des CO₂-Gehalts **711** und des TVOC („total volatile organic compounds“)-Gehalts **710** eines Besprechungsraumes vor und nach dem Lüften **702** bzw. während des Rauchens **703**. Mit dem TVOC-Sensor **710** können weitere VOC-Ereignisse **701** erfasst werden, die der CO₂ Sensor **711** nicht erfassen kann. Auch der Zigarettenrauch **703** wird erst durch den TVOC Sensor **710** erfasst. Nach dem Öffnen des Fensters **702** klingt der VOC-Gehalt spürbar ab.

[0006] Die Messungen in Fig. 7 wurden mit einem externen Messgerät durchgeführt, das über einen 4...20mA bzw. 0...10V Standardausgang verfügt und nicht zur Anbindung an ein Automatisierungssystem geeignet ist.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Konzept zur Anbindung der Luftgütemessung an ein Automatisierungssystem, insbesondere ein Feldbussystem, zu schaffen, mit dem eine automatisierte Messung und Bewertung der Luftqualität durchgeführt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Gegenstände mit den Merkmalen nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche, der Beschreibung und der Zeichnungen.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch ein Messgerät zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, mit: einem Luftgütesensor, der ausgebildet ist, erste Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) zu erfassen; einem Temperatur- und Luftfeuchtesensor, der ausgebildet ist, zweite Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft zu erfassen; und einer Steuerschaltung zum Empfangen der von dem Luftgütesensor erfassten ersten Messdaten über eine erste interne Schnittstelle und zum Empfangen der von dem Temperatur- und Luftfeuchtesensor erfassten zweiten Messdaten über eine zweite interne Schnittstelle, wobei die Steuerschaltung ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein externes Datenprotokoll anzupassen und über eine externe Schnittstelle zu einem Automatisierungssystem zu übertragen.

[0010] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass das Messgerät einfach in ein Automatisierungssystem integriert werden kann, da die ersten und zweiten Messdaten an das externe Datenprotokoll angepasst sind und das Messgerät über eine entsprechende externe Schnittstelle zur Übertragung der angepassten Messdaten an das Automatisierungssystem verfügt. Durch die Messung von vier verschiedenen Messgrößen, d.h. CO₂-Gehalt der Luft, TVOC-Gehalt der Luft sowie Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft lassen sich sehr präzise Aussagen machen über den Zustand der Umgebungsluft.

[0011] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts umfasst die Steuerschaltung einen Mikrocontroller, der ausgebildet ist, die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten zu empfangen; und eine Anpassungsschaltung, die ausgebildet ist, die empfangenen ersten und zweiten Messdaten an das externe Datenprotokoll anzupassen.

[0012] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Funktionalität der Steuerschaltung auf zwei getrennten physikalischen Einheiten implementiert werden kann, beispielsweise zwei Chips. Der Mikrocontroller kann die Steuerung der beiden Sensoren übernehmen und die Messdaten empfangen, während die Anpassungsschaltung die Protokollanpassung zu dem Automatisierungssystem übernehmen kann.

[0013] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts umfasst die Anpassungsschaltung einen Feldbus Protokoll-Chip, der ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein Feldbus Datenprotokoll anzupassen und über eine Feldbus-Schnittstelle an das Automatisierungssystem zu übertragen.

[0014] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass das Messgerät in ein Feldbussystem integriert werden kann, um so eine automatisierte Messung und Bewertung der Luftgüte durchzuführen.

[0015] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts umfasst die Anpassungsschaltung einen IO-Link Protokoll-Chip, der ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein IO-Link Datenprotokoll anzupassen und über eine IO-Link Schnittstelle an ein externes IO-Link Master Modul zu übertragen.

[0016] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass das Messgerät in einem IO-Link System eingesetzt werden kann. Damit ist es möglich, das Messgerät nicht im Schaltschrank mit direktem Zugang zum Feldbus zu betreiben, sondern an geeigneter Stelle im Raum, um so eine optimale Messung der Umgebungsluft durchführen zu können.

[0017] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist die Anpassungsschaltung über eine SPI und/oder UART Schnittstelle an den Mikrocontroller angebunden.

[0018] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Anpassungsschaltung in standardisierter Weise an den Mikrocontroller angebunden werden kann, was den Entwicklungsaufwand reduziert.

[0019] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts umfasst die erste interne Schnittstelle eine I²C oder SPI Schnittstelle, und die zweite interne Schnittstelle umfasst eine weitere I²C oder SPI Schnittstelle.

[0020] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die beiden Sensoren in standardisierter Weise an den Mikrocontroller angebunden werden können, was den Entwicklungsaufwand reduziert.

[0021] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Luftgütesensor ausgebildet, die ersten Messdaten als relative Werte zu erfassen.

[0022] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Luftgütesensor ausgebildet, eine Änderung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft zu einem CO₂-Initialwert und eine Änderung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft zu einem TVOC-Initialwert zu erfassen.

[0023] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Initialwerte der aktuellen Luftgüte beim Einschalten entsprechen.

[0024] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Luftgütesensor ausgebildet, eine Erhöhung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den CO₂-Initialwert und eine Erhöhung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den TVOC-Initialwert zu erfassen.

[0025] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Luftgütesensor ausgebildet, den CO₂-Initialwert und den TVOC-Initialwert nach einem Einschaltvorgang des Luftgütesensors auf einen aktuellen CO₂-Gehalt und TVOC-Gehalt der Umgebungsluft beim Einschalten zu kalibrieren.

[0026] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass der Luftgütesensor nach jedem Einschaltvorgang auf den aktuellen CO₂-Gehalt und TVOC-Gehalt der Umgebungsluft kalibriert ist.

[0027] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Mikrocontroller ausgebildet, den Luftgütesensor im Betrieb zurückzusetzen, um eine Kalibrierung des Luftgütesensors zu veranlassen.

[0028] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Mikrocontroller ausgebildet, den Luftgütesensor zurückzusetzen, wenn die erfassten ersten Messdaten über den CO₂-Gehalt der Umgebungsluft über einen vorgegebenen Zeitraum mit dem CO₂-Initialwert übereinstimmen und/oder wenn die erfassten ersten Messdaten über den TVOC-Gehalt der Umgebungsluft über den vorgegebenen Zeitraum mit dem TVOC-Initialwert übereinstimmen.

[0029] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass damit eine Verbesserung der Luftqualität erfasst werden kann, um so den Luftgütesensor neu zu kalibrieren.

[0030] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts ist der Mikrocontroller ausgebildet, die erfassten ersten Messdaten mehrmals innerhalb des vorgegebenen Zeitraums mit dem CO₂-Initialwert und/oder dem TVOC-Initialwert zu vergleichen und erst bei mehrmaliger Übereinstimmung den Luftgütesensor zurückzusetzen.

[0031] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Verbesserung der Luftqualität zuverlässig erfasst werden kann.

[0032] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts umfasst der Mikrocontroller einen Speicher, der ausgebildet ist, den CO₂-Initialwert und den TVOC-Initialwert zu speichern.

[0033] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Initialwerte intern im Mikrokontroller vorliegen, was die Latenzzeit beim Zugriff auf die Initialwerte durch den Mikrocontroller verringert.

[0034] In einer vorteilhaften Ausführungsform des Messgeräts sind der Luftgütesensor und der Temperatur- und Luftfeuchtesensor in einer Sensoreinheit integriert.

[0035] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass die Sensoreinheit kompakt aufgebaut sein kann und durch die höhere Integration Kosten gespart werden können.

[0036] Gemäß einem zweiten Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, mit folgenden Schritten: Erfassen von ersten Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) durch einen Luftgütesensor; Erfassen von zweiten Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft durch einen Temperatur- und Luftfeuchtesensor; Empfangen der erfassten ersten und zweiten Messdaten durch eine Steuerschaltung; Anpassen der empfangenen ersten und zweiten Messdaten an ein externes Datenprotokoll durch die Steuerschaltung; und Übertragen der angepassten ersten und zweiten Messdaten über eine externe Schnittstelle zu einem Automatisierungssystem.

[0037] Dadurch wird der technische Vorteil erreicht, dass das Verfahren einfach in einem Automatisierungssystem eingesetzt werden kann. Durch die Messung von vier verschiedenen Messgrößen, d.h. CO₂-Gehalt der Luft, TVOC-Gehalt der Luft sowie Temperatur und Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft lassen sich sehr präzise Aussagen machen über den Zustand der Umgebungsluft.

[0038] Gemäß einem dritten Aspekt wird die Aufgabe gelöst durch ein Computerprogramm mit einem Programmcode zum Ausführen eines derartigen Verfahrens, wenn der Programmcode auf einem Computer ausgeführt wird.

[0039] Weitere Ausführungsbeispiele werden Bezug nehmend auf die beiliegenden Zeichnungen erläutert. Es zeigen:

[0040] Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Messgerätes **100** zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft,

[0041] Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Messgerätes **200** mit Feldbus-Protokoll-Chip zur Anbindung an ein Feldbussystem,

[0042] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Messgerätes **300** mit IO-Link Protokoll-Chip zur Anbindung an ein IO-Link-System,

[0043] Fig. 4 eine Messkurve des CO₂-Gehalts über der Zeit mit Darstellung der Kalibrierungsphasen des Lüftgütesensors in einem erfindungsgemäßen Messgerät,

[0044] Fig. 5 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **500** zur Kalibrierung des Lüftgütesensors in einem erfindungsgemäßen Messgerät,

[0045] Fig. 6 eine schematische Darstellung eines Verfahrens **600** zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, und

[0046] Fig. 7 ein Diagramm **700**, das den zeitlichen Verlauf des CO₂-Gehalts **711** und des TVOC-Gehalts **710** in einem Besprechungsraum darstellt.

[0047] Im Folgenden werden Feldbussysteme bzw. Messgeräte mit Feldbusschnittstelle beschrieben. Ein Feldbus ist ein Bussystem, das in einer Anlage Feldgeräte wie Messfühler (Sensoren) und Stellglieder (Aktoren) zwecks Kommunikation mit einem Automatisierungsgerät verbindet. Der Feldbus ersetzt die parallelen Leitungsbündel zwischen einzelnen Geräten durch ein einziges Buskabel und verbindet alle Ebenen, von der Feld- bis zur Leitebene. Unabhängig von der Art des Automatisierungsgeräts, z.B. speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) unterschiedlicher Hersteller oder PC-basierte Steuerungen, vernetzt das Übertragungsmedium des Feldbusses die Komponenten im Feld. Anstelle mehrerer I/O-Karten wird eine Bus-Interface-Karte eingesetzt. Hierdurch wird der Platzbedarf im Schaltschrank verringert.

[0048] Im Folgenden werden IO-Link Systeme bzw. Messgeräte mit IO-Link Schnittstelle beschrieben. Ein IO-Link System besteht aus IO-Link Geräten, meist Sensoren, Aktoren oder Kombinationen hieraus sowie einem Standard 3-Leiter Sensor-/Aktorkabel und einem IO-Link Master. Dabei kann der Master als Gerät beliebiger Bauweise und Schutzart ausgeführt werden. Ein IO-Link Master kann über einen oder mehrere Ports verfügen. An jeden Port kann immer nur ein IO-Link Gerät angeschlossen werden. Somit ist IO-Link eine Punkt-zu-Punkt Kommunikation und kein Feldbus.

[0049] Im Folgenden werden Messgeräte mit SPI, UART und/oder I²C Schnittstelle beschrieben. Das Serial Peripheral Interface (kurz SPI) ist ein Bussystem für einen synchronen seriellen Datenbus, mit dem digitale Schaltungen nach dem Master-Slave-Prinzip miteinander verbunden werden können. Eine UART-Schnittstelle dient zum Senden und Empfangen von Daten über eine Datenleitung und bildet den

Standard der seriellen Schnittstellen an PCs, Mikrocontrollern sowie im industriellen Bereich. Die Daten werden als serieller digitaler Datenstrom mit einem fixen Rahmen übertragen, der aus einem Start-Bit, fünf bis maximal neun Datenbits, einem optionalen Parity-Bit zur Erkennung von Übertragungsfehlern und einem Stopp-Bit besteht. I²C ist ein serieller Datenbus, der als Master-Slave-Bus konzipiert ist. Ein Datentransfer wird immer durch einen Master initiiert; der über eine Adresse angesprochene Slave reagiert darauf. Die Zugriffsregelung auf den Bus ist per Spezifikation geregelt.

[0050] Im Folgenden werden Messgeräte mit Luftgütesensoren beschrieben. Derartige Luftgütesensoren können beispielsweise als iAQ (Indoor Air Quality bzw. Innenraum Luftqualität) Core (Kern) Module ausgeführt sein. Das iAQ Core Modul ist eine preiswerte, ultrakompakte Lösung zum Detektieren schlechter Luftqualität. Das iAQ Core Modul nutzt Mikromaschinen MOS (Metall-Oxid-Halbleiter) Technologie zum Detektieren eines breiten Bereichs von VOCs und korreliert diese direkt mit dem CO₂- und TVOC-Gehalt der Raumluft. Es bietet eine hohe Empfindlichkeit und schnelle Reaktionsfähigkeit, eine geringe Größe zur leichten Installation, Langzeitstabilität sowie geringen Leistungsverbrauch.

[0051] Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Messgerätes **100** zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft. Das Messgerät umfasst einen Luftgütesensor **101**, einen Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** und eine Steuerschaltung **103**.

[0052] Der Luftgütesensor **101** erfasst bzw. misst erste Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds).

[0053] Der Luftgütesensor **101** kann den CO₂- und TVOC-Gehalt in der Raumluft erfassen, der z.B. durch Rauch, Kochdünste, tierische oder menschliche Ausdünstungen oder Ausdünstungen aus Möbeln und Fußbodenbelägen beeinflusst wird. Anhand dieser beiden Werte, d.h. CO₂ und TVOC, lässt sich die Qualität der Raumluft bewerten. Es lässt sich beurteilen, ob und wie lange sich Personen im Raum aufhalten sollten und wann z.B. gelüftet oder der Raum verlassen werden sollte.

[0054] Der Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** erfasst bzw. misst zweite Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft. Die Steuerschaltung **103** empfängt die von dem Luftgütesensor **101** erfassten ersten Messdaten über eine erste interne Schnittstelle **111** und empfängt die von dem Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** erfassten zweiten Messdaten über eine zweite interne

Schnittstelle **112**. Die Steuerschaltung **103** passt die ersten und zweiten Messdaten an ein externes Datenprotokoll an und überträgt diese über eine externe Schnittstelle **113** zu einem Automatisierungssystem **106**.

[0055] Die Steuerschaltung **103** umfasst einen Mikrocontroller **104** und eine Anpassungsschaltung **105**. Der Mikrocontroller **104** empfängt die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten. Die Anpassungsschaltung **105** passt die empfangenen ersten und zweiten Messdaten an das externe Datenprotokoll an.

[0056] Die Anpassungsschaltung **105** kann einen Feldbus Protokoll-Chip **205** umfassen, wie beispielsweise in Fig. 2 beschrieben, der dazu dient, die ersten und zweiten Messdaten an ein Feldbus Datenprotokoll anzupassen und über eine Feldbus-Schnittstelle **213** an das Automatisierungssystem zu übertragen.

[0057] Alternativ kann die Anpassungsschaltung **105** einen IO-Link Protokoll-Chip **305** umfassen, wie beispielsweise in Fig. 3 beschrieben, der dazu dient, die ersten und zweiten Messdaten an ein IO-Link Datenprotokoll anzupassen und über eine IO-Link Schnittstelle **313** an ein externes IO-Link Master Modul **307** zu übertragen.

[0058] Die Anpassungsschaltung **105** kann über eine SPI und/oder UART Schnittstelle **202**, wie beispielsweise in Fig. 2 beschrieben, an den Mikrocontroller **104** angebunden sein. Die erste interne Schnittstelle **111** kann eine I²C oder eine SPI Schnittstelle umfassen. Die zweite interne Schnittstelle **112** kann ebenfalls eine I²C oder SPI Schnittstelle umfassen.

[0059] Der Luftgütesensor **101** kann die ersten Messdaten als relative Werte erfassen. Er kann beispielsweise eine Änderung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft zu einem CO₂-Initialwert und eine Änderung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft zu einem TVOC-Initialwert erfassen. Insbesondere kann der Luftgütesensor **101** eine Erhöhung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den CO₂-Initialwert und eine Erhöhung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den TVOC-Initialwert erfassen.

[0060] Der Luftgütesensor **101** kann den CO₂-Initialwert und den TVOC-Initialwert nach einem Einschaltvorgang des Luftgütesensors **101** auf einen aktuellen CO₂-Gehalt und TVOC-Gehalt der Umgebungsluft beim Einschalten kalibrieren, wie beispielsweise unten zu Fig. 4 näher beschrieben. Der Mikrocontroller **104** kann den Luftgütesensor **101** im Betrieb zurückzusetzen, um eine Kalibrierung des Luftgütesen-

sors **101** zu veranlassen, wie beispielsweise unten zu **Fig. 4** näher beschrieben.

[0061] Der Mikrocontroller **104** kann den Luftgütesensor **101** zurücksetzen, wenn die erfassten ersten Messdaten über den CO₂-Gehalt der Umgebungsluft über einen vorgegebenen Zeitraum mit dem CO₂-Initialwert übereinstimmen und/oder wenn die erfassten ersten Messdaten über den TVOC-Gehalt der Umgebungsluft über den vorgegebenen Zeitraum mit dem TVOC-Initialwert übereinstimmen. Der Mikrocontroller **104** kann die erfassten ersten Messdaten mehrmals innerhalb des vorgegebenen Zeitraums mit dem CO₂-Initialwert und/oder dem TVOC-Initialwert vergleichen und erst bei mehrmaliger Übereinstimmung den Luftgütesensor **101** zurücksetzen, wie beispielsweise unten zu **Fig. 5** näher beschrieben.

[0062] In einer Ausführungsform des Messgerätes **100** sind der Luftgütesensor **101** und der Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** in einer Sensoreinheit integriert. Beispielsweise kann der Luftgütesensor **101** den Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** beinhalten. Damit kann die Messung der vier Werte CO₂, TVOC, Temperatur und Luftfeuchte mit einem statt mit zwei Sensoren erfasst werden. Die Schaltungsauslegung des Messgerätes **100** kann somit flexibel erfolgen, d.h. je nach Anforderung mit zwei verschiedenen Sensoreinheiten oder mit einer einzigen Sensoreinheit.

[0063] Die **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines Messgerätes **200** mit Feldbus-Protokoll-Chip zur Anbindung an ein Feldbussystem. Das Messgerät **200** kann beispielsweise ein Automatisierungsgerät mit Feldbuschnittstelle **213** sein.

[0064] Das Messgerät **200** ist eine Ausführungsform des Messgerätes **100** aus **Fig. 1**, bei der die Anpassungsschaltung **105** als Feldbus Protokoll-Chip **205** realisiert ist. Der Feldbus Protokoll-Chip **205** passt die vom Mikrocontroller **104** erfassten ersten und zweiten Messdaten an ein Feldbusprotokoll an, so dass diese über einen Feldbus **213** übertragen werden können. Der Feldbus **213** kann beispielsweise als Interbus oder Profinet oder IO-Link realisiert sein. Es versteht sich, dass weitere Feldbusprotokolle realisiert werden können. Der Feldbus **213** dient als Busschnittstelle eines externen Automatisierungssystems, das in **Fig. 2** nicht weiter dargestellt ist.

[0065] Mikrocontroller **104** und Feldbus Protokoll-Chip **205** sind über eine (dritte) interne Schnittstelle **202**, beispielsweise eine UART oder SPI Schnittstelle miteinander verbunden. Die erste interne Schnittstelle **111** zwischen Mikrocontroller **104** und Luftgütesensor **101** ist als eine I²C Schnittstelle oder als eine SPI Schnittstelle realisiert. Ebenso ist die zweite interne Schnittstelle **112** zwischen Mikrocontroller **104** und Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** ist als

eine I²C Schnittstelle oder als eine SPI Schnittstelle realisiert.

[0066] Das Messgerät **200** kann als ein Feldbusgerät mit integrierten Sensoren **101**, **102** implementiert sein, welche neben Temperatur und Luftfeuchtigkeit auch den CO₂- und TVOC-Gehalt in der Raumluft ermitteln. Durch die ermittelten Werte von Temperatur, Luftfeuchte, CO₂ und TVOC lässt sich die Luftqualität in Wohnräumen, Büros und Industriehallen sehr gut bewerten.

[0067] In einer Implementierung misst der Luftgütesensor keine absoluten sondern relative Werte. Dies bedeutet, dass lediglich eine Änderung des CO₂- und TVOC-Wertes zu einem Initialwert, z.B. nach dem Lüften des Raumes gemessen wird. Die Messwerte können dem Anwender für CO₂ in ppm und für TVOC in ppb ausgegeben werden. Anhand von Wertetabellen der Gesundheitsbehörden kann der Anwender dann die Raumluft bewerten und anhand von Empfehlungen, wie lange sich Personen bei bestimmten TVOC-Konzentrationen im Raum aufhalten sollten, kann der Anwender Orientierung erhalten. Die Auswertung der Messergebnisse kann entweder offline bzw. extern erfolgen, beispielsweise durch ein Bewertungssystem im Automatisierungssystem oder online bzw. intern durch eine Auswerterroutine in der Steuerschaltung, beispielsweise im Mikroprozessor. Im ersteren Fall können die rohen Messdaten (mit Anpassung an das externe Datenprotokoll) an das Feldbussystem übertragen werden. Im zweiten Fall können bereits ausgewertete Daten (ebenfalls mit Anpassung an das externe Datenprotokoll) an das Feldbussystem übertragen werden.

[0068] Mit dem Messgerät **200** kann eine Luftgütebewertung nach dem oben beschriebenen Messverfahren durch Messung von Temperatur, Luftfeuchte und des CO₂- und TVOC-Gehaltes durchgeführt werden. Das Messgerät **200** kann an den Feldbus **213** angebunden sein und die Messwerte und/oder deren Auswertung über den Feldbus **213** an eine (nicht dargestellte) Steuerung oder Anzeigeeinheit übertragen.

[0069] Durch die Feldbusanbindung lässt sich das Messgerät **200** in ein Automatisierungssystem, beispielsweise für die Gebäudeautomation, integrieren.

[0070] Wie bereits oben zu **Fig. 1** beschrieben, können in einer Ausführungsform des Messgerätes **200** der Luftgütesensor **101** und der Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** in einer Sensoreinheit integriert sein.

[0071] Die **Fig. 3** zeigt eine schematische Darstellung eines Messgerätes **300** mit IO-Link Protokoll-Chip zur Anbindung an ein IO-Link-System.

[0072] Das Messgerät **300** ist eine Ausführungsform des Messgeräts **100** aus **Fig. 1**, bei der die Anpassungsschaltung **105** als IO-Link Protokoll-Chip **305** realisiert ist. Der IO-Link Protokoll-Chip **305** passt die vom Mikrocontroller **104** erfassten ersten und zweiten Messdaten an ein IO-Link Datenprotokoll an, so dass diese über eine externe IO-Link Schnittstelle **313** zu einem IO-Link Master Modul **307** übertragen werden können. Das IO-Link Master Modul **307** sorgt für die Anpassung an einen Feldbus **213**, der beispielsweise als Interbus oder Profinet oder IO-Link realisiert sein kann. Es versteht sich, dass weitere Feldbusprotokolle realisiert werden können.

[0073] Mikrocontroller **104** und IO-Link Protokoll-Chip **305** sind über eine (dritte) interne Schnittstelle **202**, beispielsweise eine UART oder SPI Schnittstelle miteinander verbunden. Die erste interne Schnittstelle **111** zwischen Mikrocontroller **104** und Luftgütesensor **101** ist als eine I²C Schnittstelle oder als eine SPI Schnittstelle realisiert. Ebenso ist die zweite interne Schnittstelle **112** zwischen Mikrocontroller **104** und Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** ist als eine I²C Schnittstelle oder als eine SPI Schnittstelle realisiert.

[0074] Die Messfunktion des Messgeräts **300** macht eine Platzierung des Gerätes **300** im Raum erforderlich, um die Umgebungsluft in geeigneter Weise messen zu können. Mit einer IO-Link-Schnittstelle **313** ist dies problemlos zu realisieren, während ein Messgerät **200** mit Feldbus-Schnittstelle sinnvoller Weise im Schaltschrank verbaut werden müsste. Per Definition ist die IO-Link-Schnittstelle ein „Kommunikationssystem zur Anbindung an ein Automatisierungssystem“. Das Gerät **300** wird über die IO-Link-Schnittstelle **313** an den IO-Link Master **307** angeschlossen und lässt sich so in den Feldbus **213** bzw. das Automatisierungssystem integrieren.

[0075] Die Messung der CO₂- und TVOC-Werte kann beispielsweise mit einem iAQ-Core Sensor erfolgen, die der Temperatur und Luftfeuchte mit einem geeigneten anderen Sensor. Die Verarbeitung der Messwerte kann im Mikrocontroller **104** erfolgen.

[0076] Wie bereits oben zu **Fig. 1** beschrieben, können in einer Ausführungsform des Messgerätes **300** der Luftgütesensor **101** und der Temperatur- und Luftfeuchtesensor **102** in einer Sensoreinheit integriert sein.

[0077] Die **Fig. 4** zeigt eine Messkurve des CO₂-Gehalts über der Zeit mit Darstellung der Kalibrierungsphasen des Luftgütesensors in einem erfindungsgemäßen Messgerät.

[0078] Der Luftgüte-Sensor **101** kann in einer Ausführungsform nur relative und keine absoluten Werte erfassen. Der Sensor **101** liefert nach dem Power-

Up **410** (Einschalten dessen Spannungsversorgung) nach ca. 5 Minuten den ersten gültigen Wert für CO₂ und TVOC. Die Initialwerte **450** für CO₂ und **125** für TVOC entsprechen der aktuellen Luftgüte beim Einschalten. Die gemessenen Werte werden in ppm für CO₂ und ppb für TVOC ausgegeben.

[0079] Verschlechtert sich die Luftgüte, steigen die Werte für CO₂ und TVOC. Verbessert sich die Luftgüte hingegen, fallen die Werte bis auf die Initialwerte als Minimum. Es kann somit nur eine Verschlechterung der Luftgüte ab dem Zeitpunkt des Einschaltens **410** ermittelt werden.

[0080] Um eine Verbesserung der Luftgüte auch nach dem Einschalten **410** des Gerätes zu erfassen und in die Bewertung einfließen zu lassen, ist es erforderlich den Sensor im Betrieb zurückzusetzen **411**, **412** um diesen neu zu kalibrieren **402**, **404** und somit an die verbesserte Luftgüte anzupassen. In **Fig. 4** ist der Zustand **401** nach dem Einschalten **410** dargestellt, sowie ein erstes Rücksetzen **411** des Luftgütesensors mit nachfolgender Kalibrierungsphase **402** und Haltephase **403** und ein zweites Rücksetzen **412** des Luftgütesensors mit nachfolgender Kalibrierungsphase **404** und Haltephase **405**.

[0081] Ist der Betrag der Messwerte für CO₂ und TVOC gleich den Initialwerten und ändern sich diese über einen bestimmten Zeitraum nicht, ist von einer Verbesserung der Luftqualität auszugehen. Wie in der Grafik in **Fig. 4** dargestellt wird der Sensor zurückgesetzt **411** und die neuen Werte erfasst. Ist der Betrag der Messwerte erneut gleich den Initialwerten und ändern sich diese über einen bestimmten Zeitraum nicht, ist weiterhin von einer Verbesserung der Luftqualität auszugehen. Dieser Vorgang wird so lange fortgesetzt, bis der Sensor wieder Messwerte abweichend der Initialwerte liefert. Mit diesem Prinzip kann das Gerät an die beste Luftgüte, die über einen längeren Zeitraum während des Betriebs auftritt, angepasst werden und trägt zu einer optimierten Bewertung der Raumluft bei.

[0082] Die **Fig. 5** zeigt ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens **500** zur Kalibrierung des Luftgütesensors in einem erfindungsgemäßen Messgerät.

[0083] Das Verfahren **500** kann beispielsweise in dem Mikroprozessor **104** der Messgeräte **100**, **200**, **300** implementiert werden. Der Mikroprozessor **104** dient damit der Kalibrierung des Luftgütesensors **101**.

[0084] Nach dem Start **501** wird in einem zweiten Block **502** der Zustand des IAQ Sensors, d.h. des Luftgütesensors **101** bestimmt. In einem dritten Block **503** wird geprüft, ob der Zustand OK (0x00) oder (0x01) ist und der Sensor nicht in der Aufwärmphase (0x10) ist. Falls nein, wird ein vierter Block **504** ausgeführt; falls ja, wird ein fünfter Block **505** ausgeführt.

In dem vierten Block **504** wird das Zustandwort auf „Kalibrierung“, TVOC auf **125** und CO₂ auf **450** gesetzt. Diese Werte sollen während der Kalibrierung stehen bleiben und ein Plateau bilden.

[0085] Nach dem vierten Block **504** wird zu dem zweiten Block **502** zurückgesprungen. In dem fünften Block **505** wird geprüft, ob eine Sekunde vorbei ist (es versteht sich, dass hier auch andere Werte gewählt werden können). Falls nein, wird zurückgesprungen zum zweiten Block **502**; falls ja, dann wird ein sechster Block **506** ausgeführt. Dort wird eine Messung ausgeführt und die Werte für TVOC und CO₂ in einem Feld im Speicher gespeichert.

[0086] In einem anschließenden siebten Block **507** wird geprüft ob **60** Messungen durchgeführt wurden. Falls nein wird zurückgesprungen zum fünften Block **505**, falls ja wird ein folgender achter Block **508** ausgeführt. Mit der Schleife, welche durch die Blöcke **505**, **506**, **507** gebildet wird, werden **60** Messungen ausgeführt, wobei jede Messung eine Sekunde dauert. Es versteht sich, dass hier auch andere Werte für die Anzahl und die Dauer der Messungen gewählt werden können.

[0087] Im achten Block **508** wird das Feld der Messungen mit typischen Werten verglichen. In einem anschließenden neunten Block **509** wird geprüft, ob TVOC[Mess], d.h. das Feld von TVOC Messwerten gleich **125** ist und ob CO₂[Mess], d.h. das Feld von CO₂ Messwerten gleich **450** ist. Damit werden die Werte im Speicher mit typischen Werten des Sensors verglichen (z.B. **125** und **450** gemäß Datenblatt). Falls nein, wird zu dem zweiten Block **502** zurückgesprungen. Falls ja wird in einem zehnten Block **510** die Reset_Bedingung hochgezählt.

[0088] Über einen elften Block **511** wird schließlich ein zwölfter Block **512** erreicht, in dem geprüft wird, ob 60 Werte (Reset_Bedingung) gleich sind. Falls nein, wird zu dem zweiten Block **502** zurückgesprungen. Falls ja, wird ein Reset des IAQ-Sensors, d.h. des Luftgütesensors **101** durchgeführt. Ein Reset wird nur dann durchgeführt, wenn alle 60 Werte gleich sind. Nach dem Reset ist das Verfahren beendet **514** oder es kann alternativ zu dem zweiten Block **502** zurückgesprungen werden, um eine weitere Kalibrierung durchzuführen.

[0089] Die Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens **600** zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft.

[0090] Das Verfahren **600** umfasst einen ersten Schritt **601**: Erfassen von ersten Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) durch einen Luftgütesensor.

[0091] Das Verfahren **600** umfasst einen ersten Schritt **602**: Erfassen von zweiten Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft durch einen Temperatur- und Luftfeuchtesensor.

[0092] Das Verfahren **600** umfasst einen dritten Schritt **603**: Empfangen der erfassten ersten und zweiten Messdaten **603** durch eine Steuerschaltung.

[0093] Das Verfahren **600** umfasst einen vierten Schritt **604**: Anpassen der empfangenen ersten und zweiten Messdaten **604** an ein externes Datenprotokoll durch die Steuerschaltung.

[0094] Das Verfahren **600** umfasst einen fünften Schritt **605**: Übertragen der angepassten ersten und zweiten Messdaten über eine externe Schnittstelle zu einem Automatisierungssystem.

[0095] Das Verfahren kann beispielsweise auf einem Messgerät **100**, **200**, **300**, wie oben zu den Fig. 1 bis Fig. 3 beschrieben, realisiert werden.

Bezugszeichenliste

100	Messgerät zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft gemäß einer ersten Ausführungsform
101	Luftgütesensor
102	Temperatur- und Luftfeuchtesensor
103	Steuerschaltung
104	Mikrocontroller
105	Anpassungsschaltung
106	Automatisierungssystem
111	erste interne Schnittstelle
112	zweite interne Schnittstelle
113	externe Schnittstelle
200	Messgerät zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft gemäß einer zweiten Ausführungsform
202	Schnittstelle zwischen Mikroprozessor und Anpassungsschaltung
205	Feldbus Protokoll-Chip
213	Feldbus, Feldbussystem
300	Messgerät zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft gemäß einer dritten Ausführungsform
305	IO-Link Protokoll-Chip
307	IO-Link Master Modul
313	IO-Link Schnittstelle
400	Messkurve des CO ₂ -Gehalts über der Zeit
401	erste Phase
402	zweite Phase
403	dritte Phase
404	vierte Phase

405	fünfte Phase
411	erster Reset
412	zweiter Reset
500	Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Kalibrierung des Lüftgütesensors
501–514	Schritte des Verfahrens
600	Verfahren zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft
601	erste Schritt: Erfassen von ersten Messdaten
602	zweiter Schritt: Erfassen von zweiten Messdaten
603	dritter Schritt: Empfangen der ersten und zweiten Messdaten
604	viertes Schritt: Anpassen der erfassten Messdaten
605	fünfters Schritt: Übertragen der angepassten Messdaten
700	Diagramm des zeitlichen Verlaufs des CO ₂ - und VOC-Gehalts
701	VOC Ereignisse
702	Fenster geöffnet
703	Zigarettenrauch
711	CO ₂ -Gehalt
712	VOC-Gehalt

Patentansprüche

1. Messgerät (**100, 200, 300**) zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, mit: einem Luftgütesensor (**101**), der ausgebildet ist, erste Messdaten über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) zu erfassen; einem Temperatur- und Luftfeuchtesensor (**102**), der ausgebildet ist, zweite Messdaten über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft zu erfassen; und einer Steuerschaltung (**103**) zum Empfangen der von dem Luftgütesensor (**101**) erfassten ersten Messdaten über eine erste interne Schnittstelle (**111**) und zum Empfangen der von dem Temperatur- und Luftfeuchtesensor (**102**) erfassten zweiten Messdaten über eine zweite interne Schnittstelle (**112**), wobei die Steuerschaltung (**103**) ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein externes Datenprotokoll anzupassen und über eine externe Schnittstelle (**113**) zu einem Automatisierungssystem (**106**) zu übertragen.

2. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 1, wobei die Steuerschaltung (**103**) folgendes umfasst: einen Mikrocontroller (**104**), der ausgebildet ist, die ersten Messdaten und die zweiten Messdaten zu empfangen; und eine Anpassungsschaltung (**105**), die ausgebildet ist, die empfangenen ersten und zweiten Messdaten an das externe Datenprotokoll anzupassen.

3. Messgerät (**100, 200**) nach Anspruch 2, wobei die Anpassungsschaltung (**105**) einen Feldbus Protokoll-Chip (**205**) umfasst, der ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein Feldbus Datenprotokoll anzupassen und über eine Feldbus-Schnittstelle (**213**) an das Automatisierungssystem zu übertragen.

4. Messgerät (**100, 300**) nach Anspruch 2, wobei die Anpassungsschaltung (**105**) einen IO-Link Protokoll-Chip (**305**) umfasst, der ausgebildet ist, die ersten und zweiten Messdaten an ein IO-Link Datenprotokoll anzupassen und über eine IO-Link Schnittstelle (**313**) an ein externes IO-Link Master Modul (**307**) zu übertragen.

5. Messgerät (**100, 200, 300**) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Anpassungsschaltung (**105**) über eine SPI und/oder UART Schnittstelle (**202**) an den Mikrocontroller angebunden ist.

6. Messgerät (**100, 200, 300**) nach einem der Ansprüche 2 bis 5, wobei die erste interne Schnittstelle (**111**) eine I²C oder eine SPI Schnittstelle umfasst, und wobei die zweite interne Schnittstelle (**112**) eine I²C oder eine SPI Schnittstelle umfasst.

7. Messgerät (**100, 200, 300**) nach einem der Ansprüche 2 bis 6, wobei der Luftgütesensor (**101**) ausgebildet ist, die ersten Messdaten als relative Werte zu erfassen.

8. Messgerät (**100, 200, 300**) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei der Luftgütesensor (**101**) ausgebildet ist, eine Änderung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft zu einem CO₂-Initialwert und eine Änderung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft zu einem TVOC-Initialwert zu erfassen.

9. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 8, wobei der Luftgütesensor (**101**) ausgebildet ist, eine Erhöhung des CO₂-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den CO₂-Initialwert und eine Erhöhung des TVOC-Gehalts der Umgebungsluft in Bezug auf den TVOC-Initialwert zu erfassen.

10. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Luftgütesensor (**101**) ausgebildet ist, den CO₂-Initialwert und den TVOC-Initialwert nach einem Einschaltvorgang des Luftgütesensors auf einen aktuellen CO₂-Gehalt und TVOC-Gehalt der Umgebungsluft beim Einschalten zu kalibrieren.

11. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 10, wobei der Mikrocontroller (**104**) ausgebildet ist, den Luftgütesensor (**101**) im Betrieb zurückzusetzen, um eine Kalibrierung des Luftgütesensors (**101**) zu veranlassen.

12. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Mikrocontroller (**104**) ausgebildet ist, den Luftgütesensor (**101**) zurückzusetzen, wenn die erfassten ersten Messdaten über den CO₂-Gehalt der Umgebungsluft über einen vorgegebenen Zeitraum mit dem CO₂-Initialwert übereinstimmen und/oder wenn die erfassten ersten Messdaten über den TVOC-Gehalt der Umgebungsluft über den vorgegebenen Zeitraum mit dem TVOC-Initialwert übereinstimmen.

13. Messgerät (**100, 200, 300**) nach Anspruch 12, wobei der Mikrocontroller (**104**) ausgebildet ist, die erfassten ersten Messdaten mehrmals innerhalb des vorgegebenen Zeitraums mit dem CO₂-Initialwert und/oder dem TVOC-Initialwert zu vergleichen und erst bei mehrmaliger Übereinstimmung den Luftgütesensor (**101**) zurückzusetzen.

14. Messgerät (**100, 200, 300**) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Luftgütesensor (**101**) und der Temperatur- und Luftfeuchtesensor (**102**) in einer Sensoreinheit integriert sind.

15. Verfahren (**600**) zur Messung und Bewertung einer Güte von Umgebungsluft, mit folgenden Schritten:

Erfassen von ersten Messdaten (**601**) über einen CO₂-Gehalt der Umgebungsluft und einen Gesamtgehalt der Umgebungsluft an flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC, Total Volatile Organic Compounds) durch einen Luftgütesensor;

Erfassen von zweiten Messdaten (**602**) über eine Temperatur und eine Luftfeuchtigkeit der Umgebungsluft durch einen Temperatur- und Luftfeuchtesensor;

Empfangen der erfassten ersten und zweiten Messdaten (**603**) durch eine Steuerschaltung;

Anpassen der empfangenen ersten und zweiten Messdaten (**604**) an ein externes Datenprotokoll durch die Steuerschaltung; und

Übertragen der angepassten ersten und zweiten Messdaten (**605**) über eine externe Schnittstelle zu einem Automatisierungssystem.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

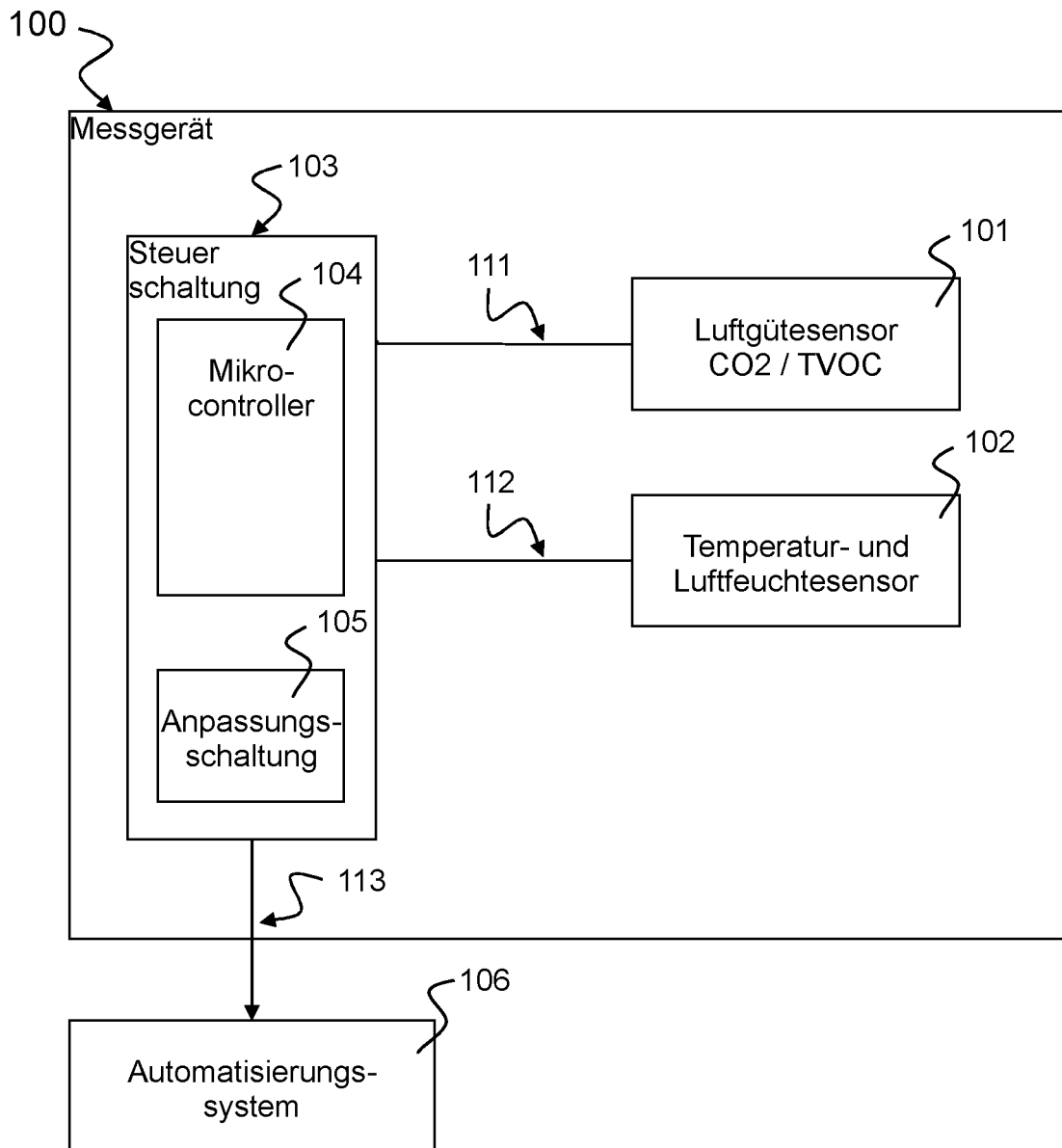


Fig. 1

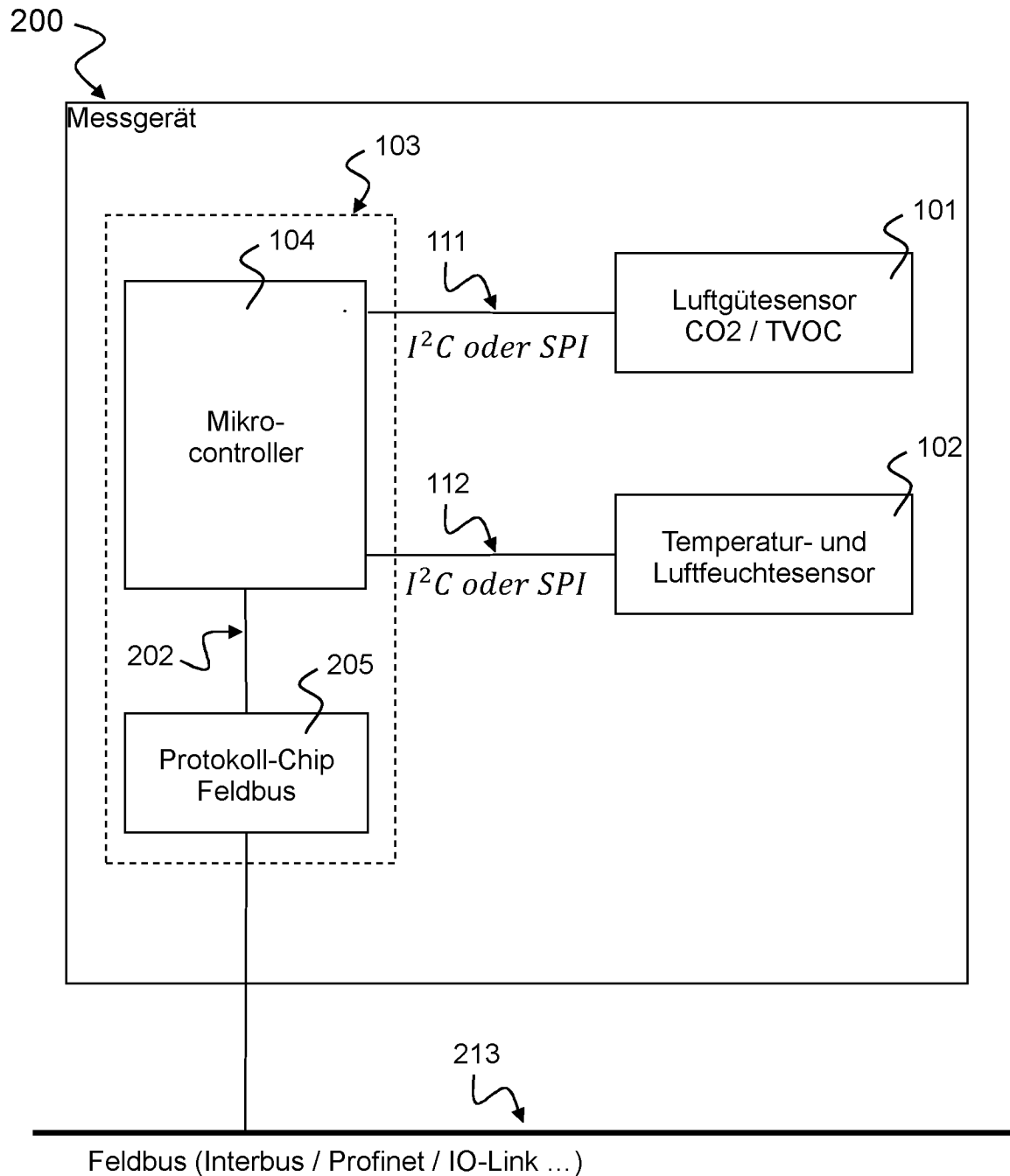


Fig. 2

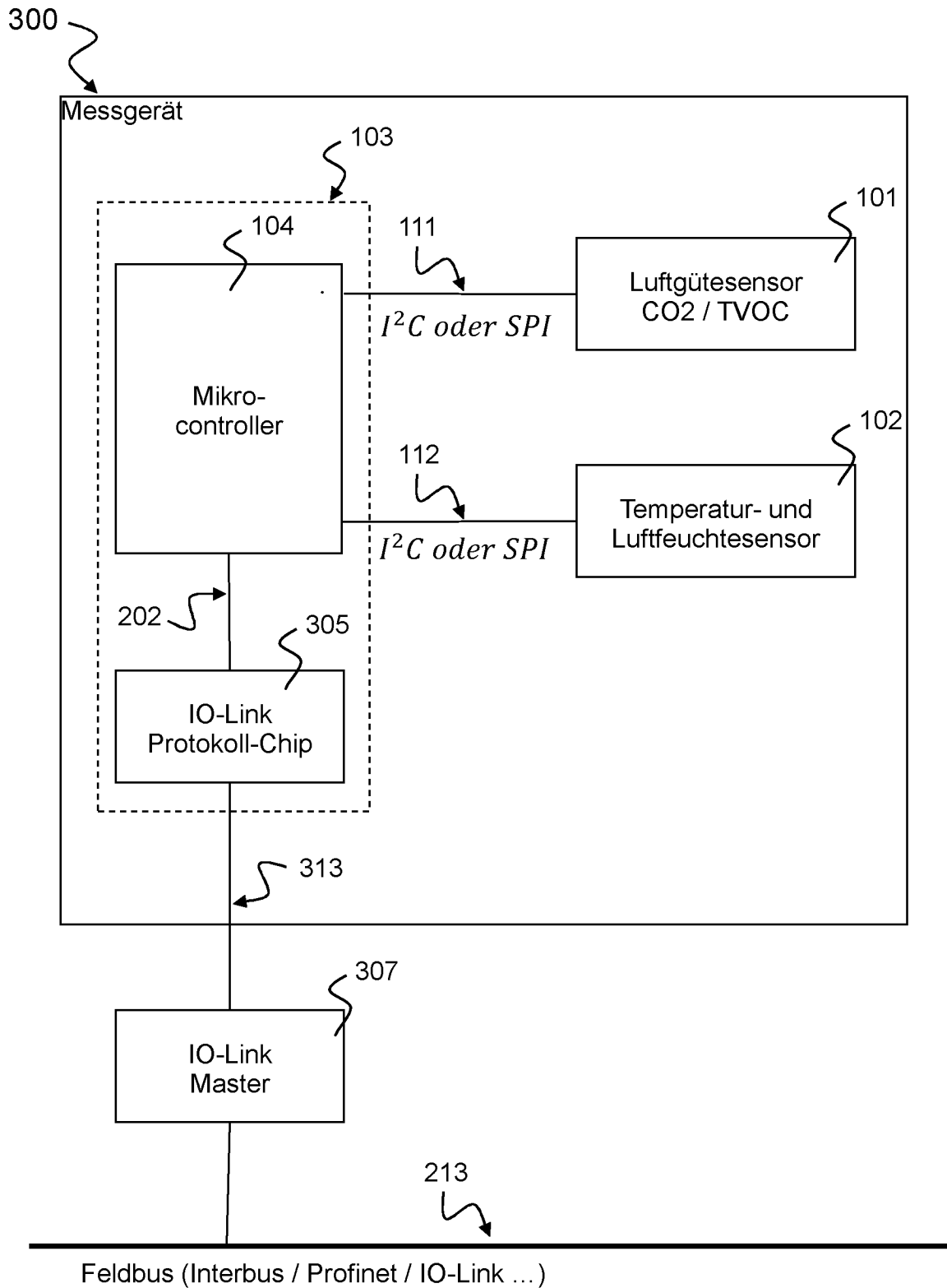


Fig. 3

400

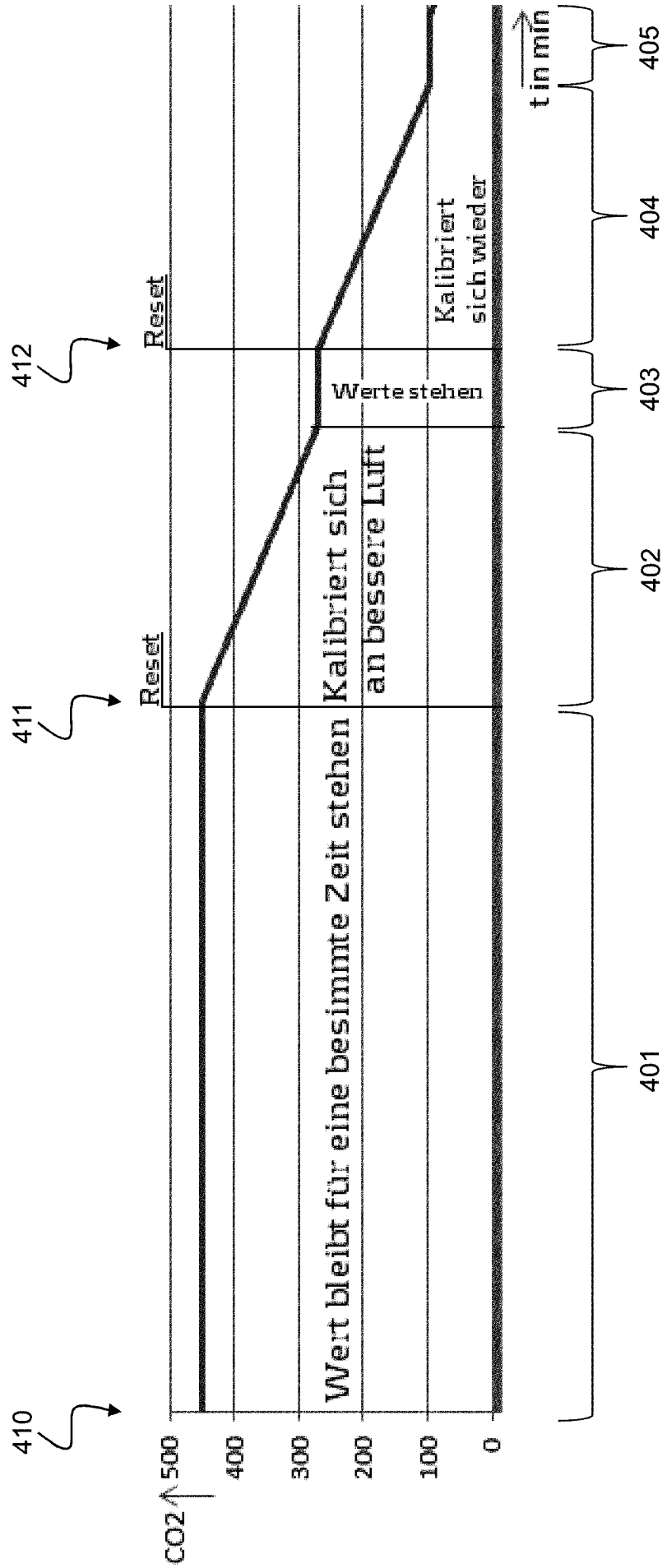


Fig. 4

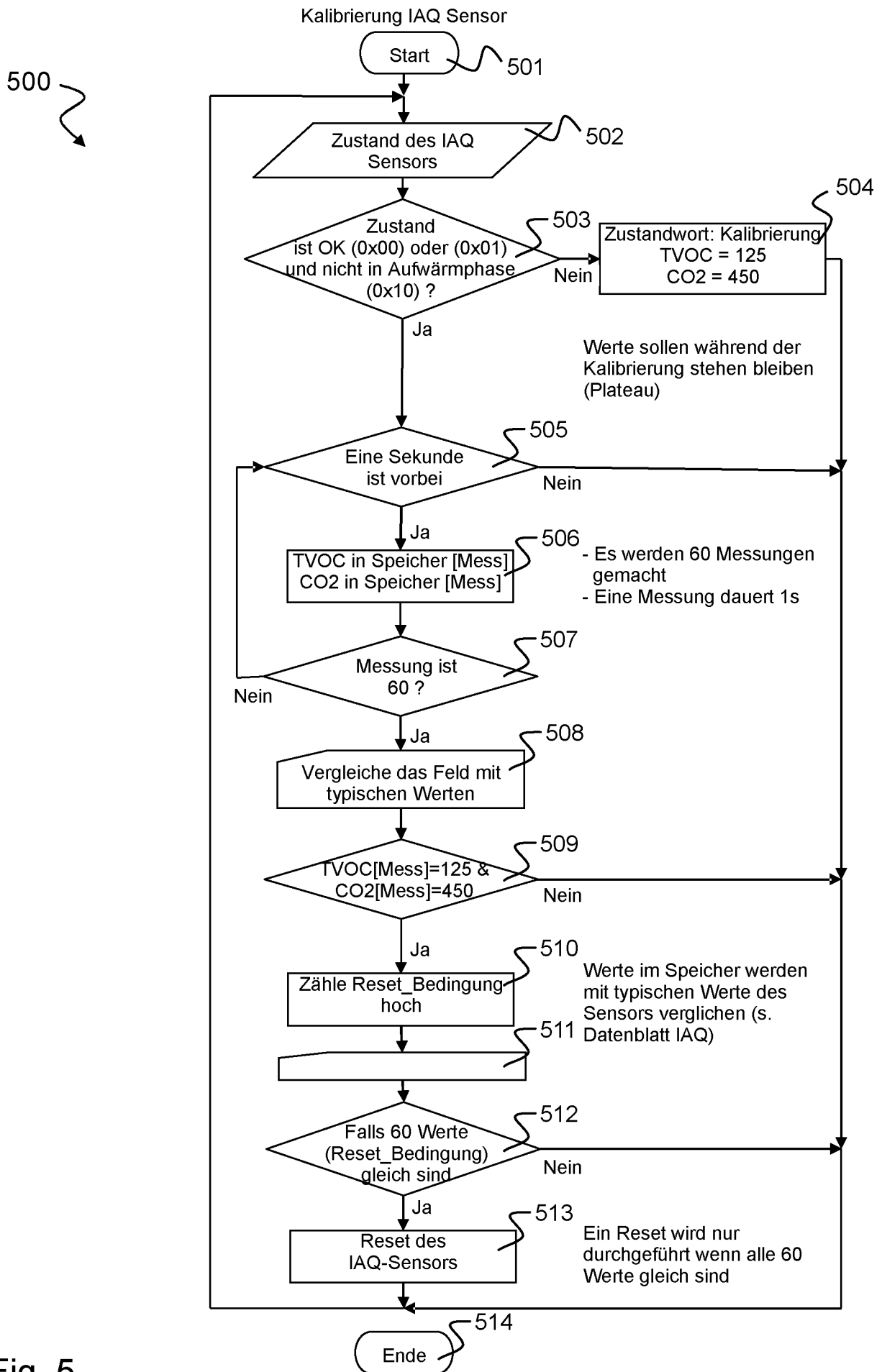


Fig. 5

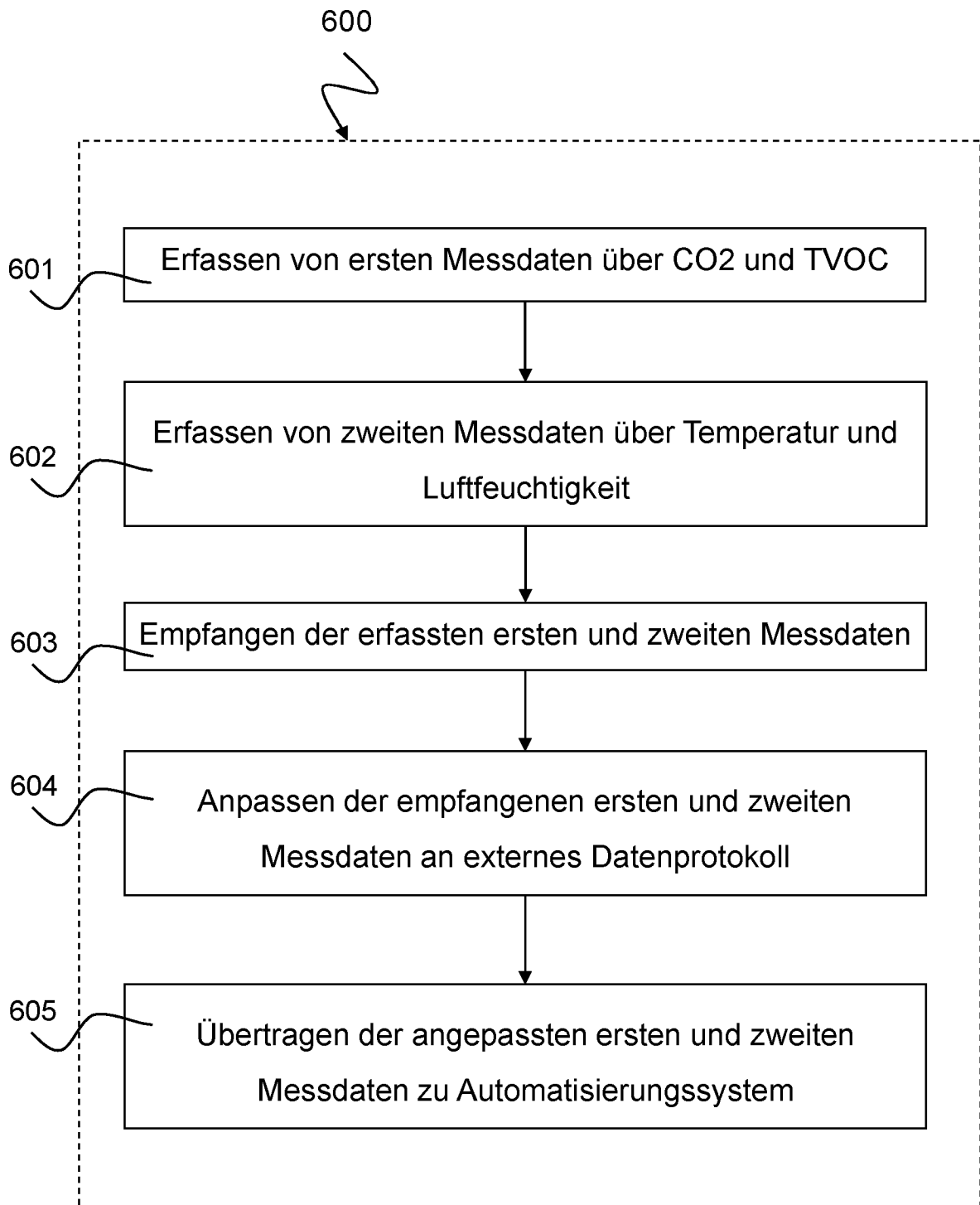


Fig. 6

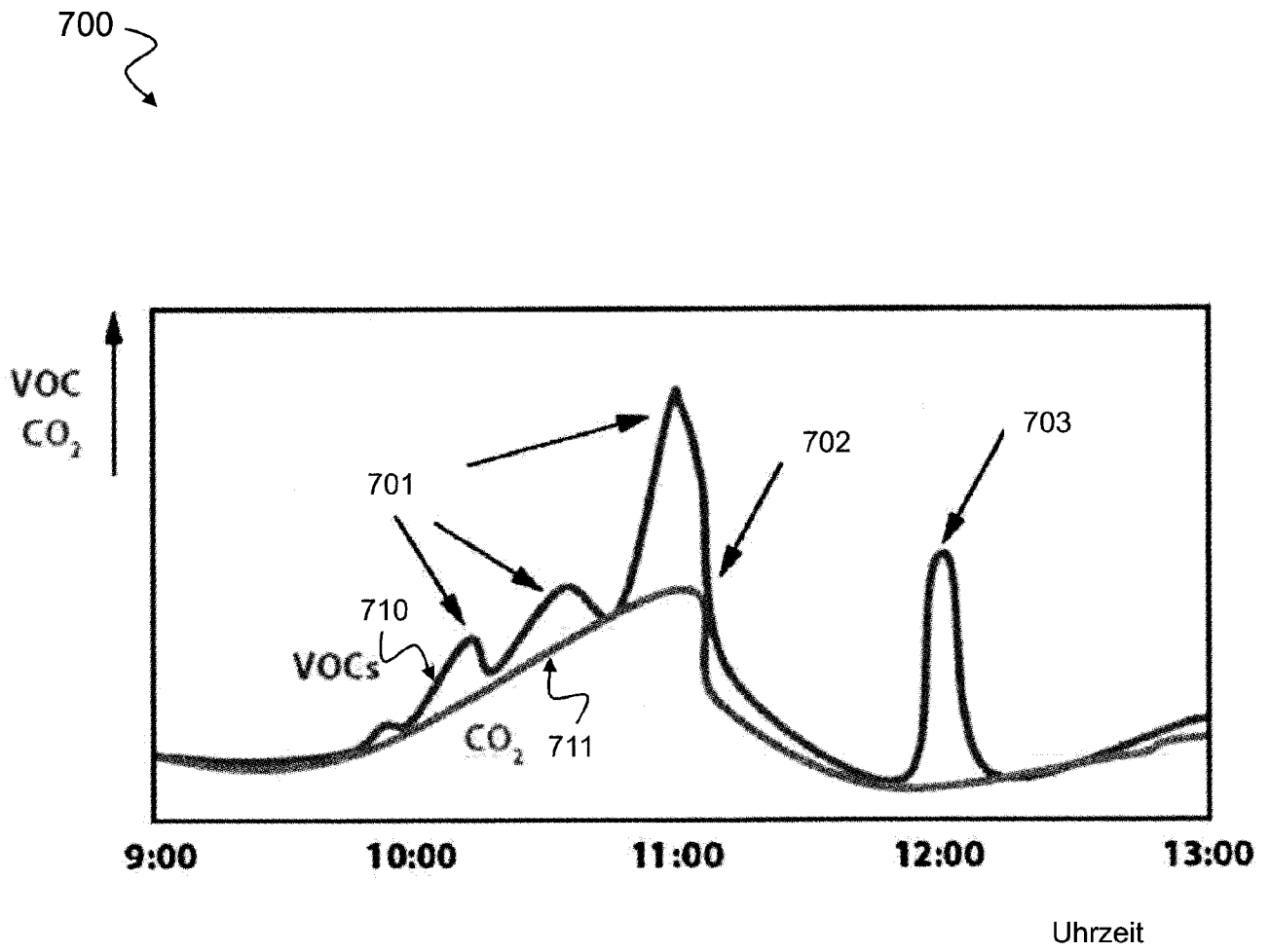


Fig. 7