

ARCHIGAS



Betriebsanleitung Gasanalysator TCD3000 Si

Inhalt

1	Vorbemerkung	2
1.1	Verwendete Symbole	2
2	Sicherheitshinweise	3
3	Konformitäten.....	4
3.1	EU-Richtlinienkonformität	4
3.2	Namur Empfehlung.....	4
4	Produktbeschreibung	5
4.1	Lieferumfang	5
4.2	Typenschild	6
4.3	Anwendungsbereich.....	6
4.4	Verpackung, Transport und Lagerung	7
5	Montage.....	8
5.1	Ausbauschritte	8
6	Elektrischer Anschluss.....	9
7	Analogausgang.....	10
7.1	Signalabbildung bei speziellen Anwendungen	11
8	Serielle Kommunikation.....	12
8.1	Grundlegende Befehle.....	13
8.2	Antworten auf Befehle	14
8.3	Gerätestatus.....	15
8.4	Befehlstatus	16
9	Kalibrierung.....	17
9.1	Kalibrierintervalle.....	19
9.2	Vorbereitung zur Kalibrierung	20
9.3	Offset-Kalibrierung	21
9.4	Steigungskalibrierung.....	23
9.5	Ersatzgaskalibrierung	25
10	Fehler und Diagnose	26
11	Wartung und Reinigung.....	27
11.1	Entsorgung	27
12	Reklamationen.....	27
13	Spezifikationen	28
14	Messkomponenten und Messbereiche	30
	Anhang A1	31

1 Vorbemerkung

Diese Anleitung enthält alle nötigen Details für die Montage, den Anschluss und die Inbetriebnahme sowie wichtige Hinweise zur Wartung, Fehlerbehebung und der Sicherheit des Benutzers. Bitte lesen Sie diese Anleitung vor der Inbetriebnahme sorgfältig durch und bewahren Sie sie als Bestandteil des Produkts auf, damit sie jederzeit leicht zugänglich ist.

Die Betriebsanleitung richtet sich an ausgebildetes Fachpersonal und muss diesem zur Verfügung gestellt werden. Die vorliegende Betriebsanleitung gilt für folgende Geräteausführungen:

- **Typ:** TCD3000 Si
- **Produktnummer:** 1000-0000-0010-0002
- **Software-Version:** 0.532
- **Hersteller:** Archigas GmbH
Eisenstraße 3
65428 Rüsselsheim am Main
Deutschland

1.1 Verwendete Symbole

	Achtung, Hinweise auf mögliche Gefahren
	Zusätzliche Informationen und nützliche Tipps.
	Achtung! Heiße Oberfläche – Verbrennungsgefahr! Schutzhandschuhe tragen.
	Das CE-Zeichen zeigt an, dass das Gerät den EU-Richtlinien für Sicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltschutz entspricht.

2 Sicherheitshinweise

- **Autorisiertes Fachpersonal:** Alle Arbeiten am und mit dem Gerät dürfen nur von geschultem und vom Anlagenbetreiber autorisiertem Fachpersonal durchgeführt werden.
- **Persönliche Schutzausrüstung:** bei Arbeiten am Gerät ist stets geeignete Persönliche Schutzausrüstung zu tragen. Trotz guter Verarbeitung besteht Schnittgefahr, daher sind Schutzhandschuhe erforderlich. Wegen möglicher erhöhter Oberflächentemperaturen sollten Hitzeschutzhandschuhe getragen werden. Zudem ist eine Schutzbrille notwendig, um sich vor wegfliegenden Teilen durch Restdruck in der Leitung zu schützen.
- **Bestimmungsgemäße Verwendung:** Das Gerät darf nur gemäß den Angaben in der Betriebsanleitung und für die vorgesehenen Applikationen und Umgebungsbedingungen verwendet werden.
- **Systemverantwortung:** Bei Integration in ein System trägt der Systemersteller die Verantwortung für die Sicherheit und muss eine Risikobeurteilung sowie die entsprechende Dokumentation erstellen.
- **Technische Standards:** Das Gerät entspricht den aktuellen technischen Standards und Vorschriften und darf nur in einem einwandfreien und sicheren Zustand betrieben werden.
- **Sach- und Personenschäden:** Unsachgemäße Verwendung, fehlerhafte Montage oder Einstellungen können zu Sach-, Personen- oder Umweltschäden führen.
- **Vermeidung von Eingriffen:** Jegliche Eingriffe über die beschriebenen Handhabungen hinaus dürfen nur von autorisiertem Personal des Herstellers durchgeführt werden. Eigenmächtige Umbauten sind untersagt.
- **Sicherheitskennzeichen:** Auf dem Gerät angebrachte Sicherheitskennzeichen und -hinweise müssen beachtet werden.
- **Schutz vor Beschädigung:** Geräte und Kabel müssen wirksam vor Beschädigung geschützt werden.
- **Zulässige Medien:** Das Gerät darf nur für die in den technischen Daten angegebenen Medien eingesetzt werden.
- **Dokumentation:** Diese Betriebsanleitung muss vor Inbetriebnahme des Produkts gelesen und während der gesamten Einsatzdauer aufbewahrt werden.

3 Konformitäten

Das Gerät entspricht den gesetzlichen Vorgaben der relevanten EU-Richtlinien. Durch die CE-Kennzeichnung wird die Konformität des Gerätes mit diesen Richtlinien bestätigt.

3.1 EU-Richtlinienkonformität

Die Konformitätserklärung steht als Download auf der Produktseite im Internet zur Verfügung. Folgende Richtlinien werden erfüllt:

- **2014/30/EU (EMV-Richtlinie):** Richtlinie zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit
- **2014/35/EU (Niederspannungsrichtlinie):** Richtlinie zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die Bereitstellung elektrischer Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen auf dem Markt
- **2011/65/EU (RoHS-Richtlinie):** Richtlinie zur Verwendung und das Inverkehrbringen von Gefahrstoffen in Elektrogeräten und elektronischen Bauelementen

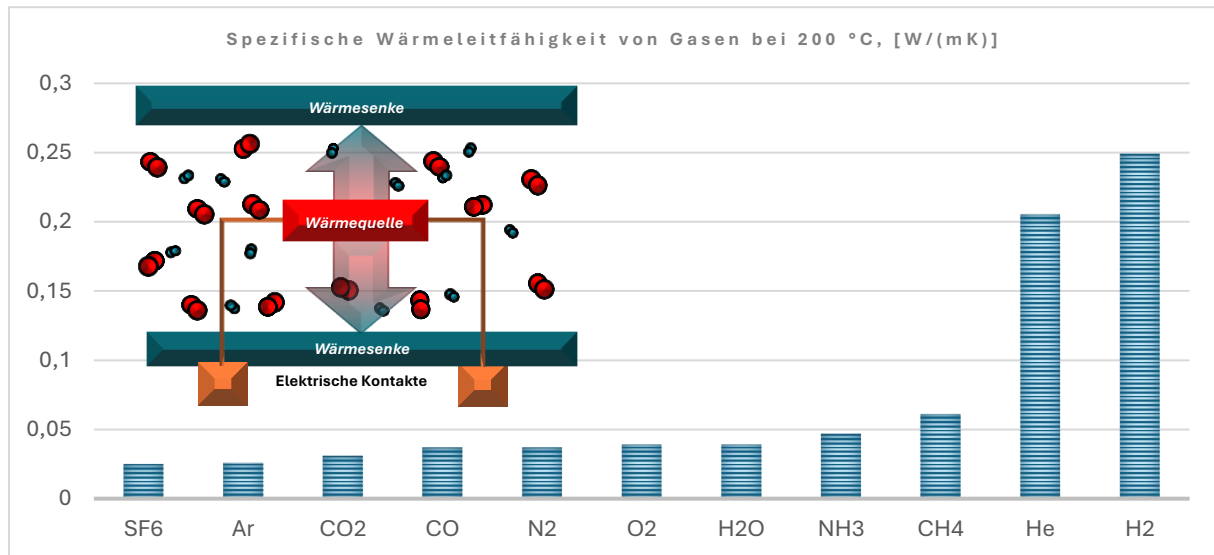
3.2 Namur Empfehlung

Folgende Empfehlung der Normenarbeitsgemeinschaft für Mess- und Regeltechnik in der Chemischen Industrie (NAMUR) wird eingehalten:

- **NE 21:** Elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln der Prozess- und Labortechnik
- **NE 43:** Signale für den Fehlerfall bei Messumformern

4 Produktbeschreibung

Der Gasanalysator TCD3000 nutzt das Prinzip der Wärmeleitfähigkeit. Dieses Verfahren basiert auf der unterschiedlichen Fähigkeit von Gasen, Wärme zu leiten. Der TCD3000 ist mit einem mikromechanischen Sensor ausgestattet, der eine integrierte Wärmequelle und eine Senke enthält. Beim Durchströmen der Gasprobe wird der Temperaturunterschied zwischen der Quelle und der Senke gemessen, was direkt proportional zur Wärmeleitfähigkeit des Gases ist.



Insbesondere Gase wie Wasserstoff (H₂) und Helium (He), die die höchsten Wärmeleitfähigkeitswerte aufweisen, lassen sich mit dem TCD3000 besonders gut detektieren. Dies ermöglicht eine äußerst empfindliche und genaue Bestimmung ihrer Konzentrationen. Der mikromechanische Sensor bietet hierbei eine schnelle Reaktionszeit und hohe Präzision.

Der TCD3000 ist sowohl für binäre Gasgemische, die aus zwei unterschiedlichen Gasen bestehen, als auch für quasibinäre Gasgemische geeignet. Bei quasibinären Gasgemischen besteht das Trägergas entweder aus einem konstanten Verhältnis vieler Gase, wie z.B. Luft, oder es handelt sich um zwei und mehr Gase mit sehr ähnlichen oder gleichen Wärmeleitfähigkeiten, die für die Messung als ein Gas erkannt werden, wie z.B. O₂ und H₂O oder N₂ und CO.

4.1 Lieferumfang

Der Lieferumfang besteht aus:

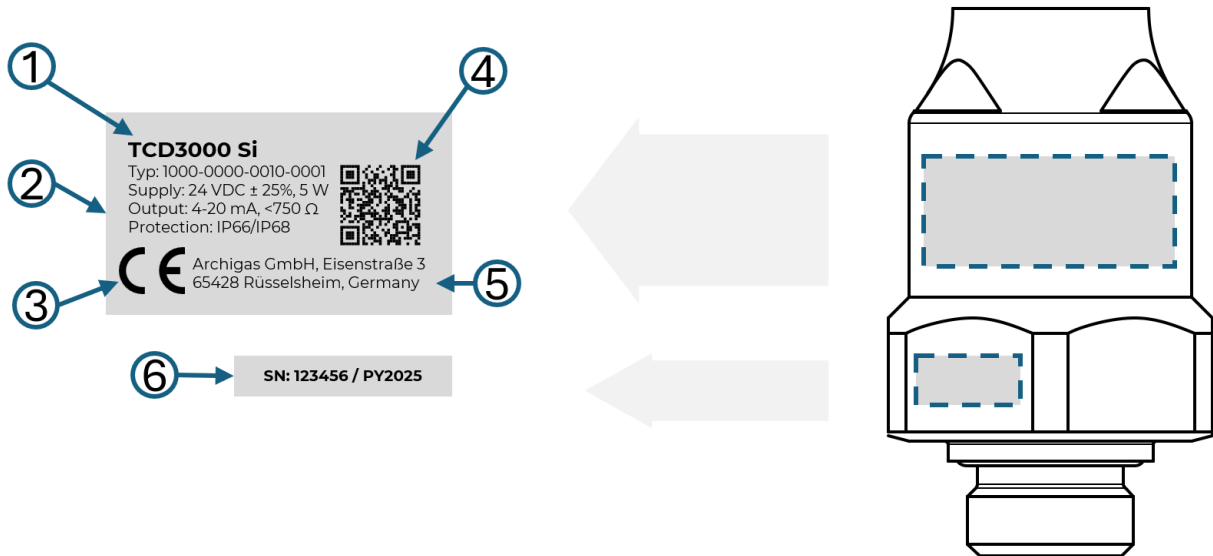
- TCD3000 Si Gasanalysator mit 3 Meter fest verbautes Anschlusskabel

Des Weiteren ist im Lieferumfang enthalten:

- Betriebsanleitung für den Gasanalysator TCD3000 Si
- Kalibrierzertifikat für den Gasanalysator
- Ggf. weitere Bescheinigungen und Zubehör

4.2 Typenschild

Auf dem Typenschild sind die wichtigsten Informationen zur Identifikation und zum Einsatz des Gerätes zu finden.



1. Geräteame,
2. Technische Details
3. CE-Kennzeichnung
4. QR-Code – Link zur Website des Herstellers
5. Hersteller und Ort der Herstellung
6. Seriennummer und Produktionsjahr

4.3 Anwendungsbereich

Der TCD3000 Si ist für die Messung von binären und quasibinären Gasgemischen in rauen Industriebereichen geeignet. Die häufigsten Anwendungen sind die Überwachung der unteren und oberen Explosionsgrenze (UEG und OEG) von Wasserstoff, die Kontrolle von Gasgemischen und die Überwachung der Gasreinheit.

Das Gerät ist geeignet für den Einsatz unter hohem Druck, bei hoher Luftfeuchtigkeit bis hin zu kondensierenden Bedingungen. Es kann sowohl in dynamischen Bereichen mit sehr hohen Durchflussraten als auch in statischen Bereichen verwendet werden. Dies ermöglicht den Einsatz des Geräts direkt im Prozess, ohne dass eine Probenaufbereitung erforderlich ist.



Die wichtigsten Daten für die Betriebsbereiche sind in den Kapiteln Spezifikationen zu finden.

4.4 Verpackung, Transport und Lagerung

Ihr Gerät wurde während des Transports zum Einsatzort durch eine Schutzverpackung gesichert, die den üblichen Transportbelastungen standhält. Die Verpackung des Geräts besteht aus umweltverträglichem Karton und ist wiederverwertbar. Bitte entsorgen Sie das Verpackungsmaterial den lokalen Richtlinien entsprechend.

Bei Erhalt der Lieferung ist eine sofortige Überprüfung auf Vollständigkeit und mögliche Transportschäden erforderlich. Festgestellte Transportschäden oder verdeckte Mängel müssen entsprechend behandelt werden. Die Packstücke sollten bis zur Montage verschlossen und gemäß den äußeren Aufstell- und Lagermarkierungen aufbewahrt werden.

Sofern nicht anders angegeben, sollten Packstücke nur unter folgenden Bedingungen gelagert werden:

- Nicht im Freien lagern
- Trocken und staubfrei aufbewahren
- Nicht aggressiven Medien aussetzen
- Vor Sonneneinstrahlung schützen
- Mechanische Erschütterungen vermeiden
- Lager- und Transporttemperatur gemäß Kapitel "Spezifikationen - Umgebungsbedingungen"

5 Montage

Entnehmen Sie das Gerät unmittelbar vor der Montage aus der Verpackung und überprüfen Sie es sorgfältig auf Beschädigungen. Vor der Montage sollten auch die Dichtstellen optisch geprüft werden, um sicherzustellen, dass das Gerät dicht und in einwandfreiem Zustand ist. Ein beschädigtes Gerät darf nicht verwendet werden, um die Sicherheit und Funktionstüchtigkeit der Anlage zu gewährleisten.



Stellen Sie sicher, dass die Anlage vor dem Ein- und Ausbau des Geräts druckfrei ist, um das Risiko von Verletzungen und Beschädigungen zu vermeiden.



Das Gerät kann während des Betriebs und auch längere Zeit nach dem Abschalten heiß werden. Tragen Sie geeignete Schutzhandschuhe, um Verbrennungen zu vermeiden, wenn Sie das Gerät berühren oder daran arbeiten.

Schrauben Sie den TCD3000 Si direkt in die Prozessgasleitung ein. Verwenden Sie dabei einen Sechskant-Schraubenschlüssel mit der in der Montagezeichnung spezifizierten Schlüsselweite, um das Gerät sicher am Prozessanschluss zu befestigen.

Achten Sie darauf, das Gerät während der Montage nicht an der Kabeldurchführung zu drehen, um eine Beschädigung zu vermeiden.

Nach der Montage prüfen Sie das Gerät erneut auf eventuelle Schäden und stellen sicher, dass die Dichtheit der Verbindung gewährleistet ist.



Das Gerät ist so konstruiert, dass es nicht vom Kunden geöffnet werden darf. Eine Öffnung des Geräts kann die Garantie und Sicherheitsstandards gefährden.

Für die mechanische Anbindung folgen Sie der Montageanleitung im Anhang:

- TCD3000 Si: siehe Anhang A1.

5.1 Ausbauschritte

Vor dem Ausbau ist es wichtig, auf potenziell gefährliche Prozessbedingungen zu achten, wie zum Beispiel Druck im Behälter oder in der Rohrleitung, hohe Temperaturen oder das Vorhandensein von aggressiven oder toxischen Medien.



Der Austausch darf nur im spannungsfreien Zustand erfolgen.

Für den Ausbau des Gerätes ist wichtig, die Schritte im Kapitel "Montage" und "elektrische Installation" sinngemäß umgekehrt durchzuführen.

6 Elektrischer Anschluss

Die Installation des Geräts darf nur durch qualifiziertes Fachpersonal erfolgen. Dabei sind alle relevanten nationalen und internationalen Vorschriften für elektrotechnische Anlagen einzuhalten.

Der Analysator wird mit einem fest angeschlossenen, 3 Meter langen Anschlusskabel geliefert. In explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Zonen) darf dieses Kabel nicht gekürzt werden, es sei denn, es werden geeignete Maßnahmen zur Verhinderung von Zonenverschleppung getroffen. Das Gerät ist für die feste Installation konzipiert.

Vor Arbeitsbeginn muss sichergestellt sein, dass die Anlage spannungsfrei geschaltet ist. Die Versorgungsspannung muss den Anforderungen von SELV (Safety Extra-Low Voltage) oder PELV (Protected Extra-Low Voltage) entsprechen, um die Betriebssicherheit zu gewährleisten.

Der TCD3000 Si erfüllt die EMV-Anforderungen gemäß den Standards der NAMUR NE21 und EN 61326-1. Das Gerät muss ordnungsgemäß geerdet werden, um die elektrische Sicherheit zu gewährleisten und elektromagnetische Störungen zu minimieren. Die Erdung erfolgt über den Schirmdraht, der mit dem Netzteil Ground verbunden wird.

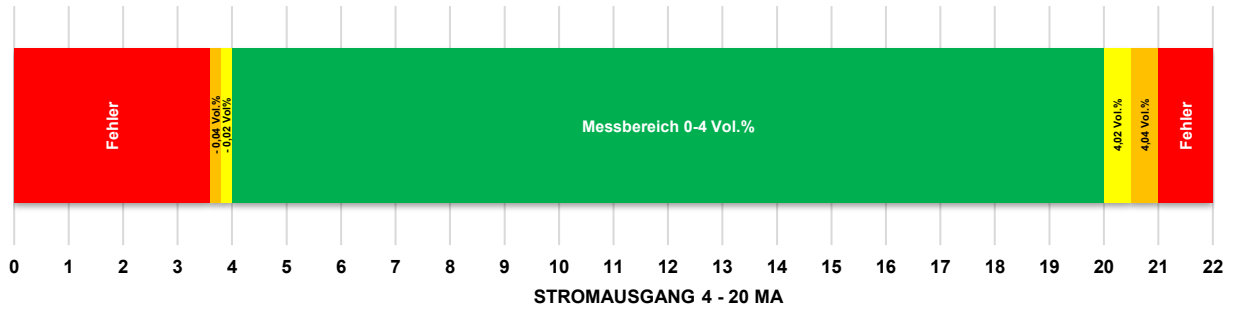
Für die elektrische Anbindung beachten Sie den entsprechenden Anhang für Ihr Modell:

- TCD3000 Si: Anhang A1

7 Analogausgang

Der 4 - 20 mA Ausgang des TCD3000 Si ist gemäß dem NAMUR NE 43 Standard ausgelegt, um verschiedene Diagnosebereiche zu berücksichtigen.

Der Stromausgang wird entsprechend den folgenden Regeln justiert. Nachfolgend ist beispielhaft ein Messbereich von 0 - 4 Vol.% dargestellt:



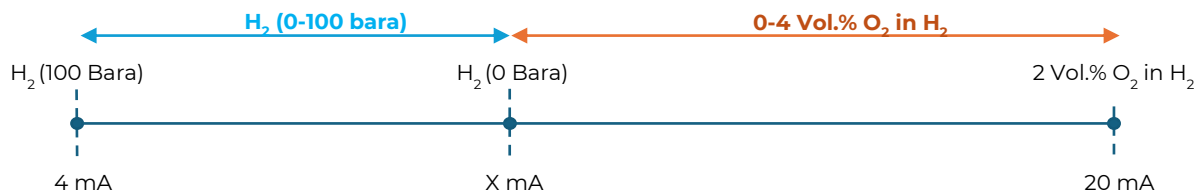
Strombereich mA	Bedeutung	Anpassung
≤ 3.6	Schwerwiegender Fehler / Verbindungsfehler	Ausgang auf 3.6 mA
3.6 - 3.8	Niedrige Priorität Fehler / Wartung	Ausgang auf 3.8 mA
3.8 - 4.0	Messbereich unterschritten	keine
4.0 - 20.0	Messbereich	keine
20.0 - 20.5	Messbereich überschritten	keine
20.5 - 21.0	Niedrige Priorität Fehler / Wartung	Ausgang auf 20.5 mA
≥ 21.0	Schwerwiegender Fehler / Kurzschluss	Ausgang auf 21 mA

7.1 Signalabbildung bei speziellen Anwendungen

In bestimmten Anwendungen kann der 4-20 mA-Ausgang werkseitig so konfiguriert werden, dass er negative Signalwerte abbildet.

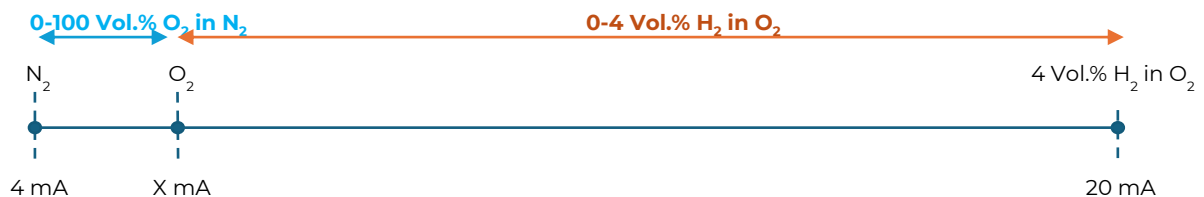
Druckkompensation

Das Signal kann bei steigendem Druck in den negativen Bereich gehen. Wenn der Druckeinfluss kompensiert werden soll, kann das Signal z.B. wie im folgenden Schema ausgelegt werden:



Zwei Messbereiche mit einem Ausgang

Manchmal wird neben dem Hauptmessbereich, wie z.B. H_2 in O_2 , auch ein weiteres prozessbedingtes Spülgas, wie z.B. N_2 , eingeführt. Da N_2 eine geringere Wärmeleitfähigkeit als O_2 hat, führt das Gas zu einem negativen Messwert. Dies wird ebenfalls verwendet, um diesen Prozess mit dem Analysator abzubilden:



8 Serielle Kommunikation

Durch einfache Befehle können Sie das Gerät steuern, Parameter einstellen und wichtige Informationen abfragen. Die Kommunikation kann entweder mit einer SPS-Steuereinheit oder einem Computer über einen USB/RS485-Wandler erfolgen.

Das TCD3000 Si kommuniziert über den RS485-Ausgang mit einer Differenz Ausgangsspannung von 3,3 V. Um die Verbindung korrekt herzustellen, sollten Sie die folgenden Parameter für den seriellen Port verwenden:

COM-Port	aktuelle Portnummer
Geschwindigkeit	38.400
Daten	8 Bit
Parität	keine
Stopbits	1 Bit
Flusskontrolle	keine

8.1 Grundlegende Befehle

Jeder Befehl beginnt mit der Adresse des Geräts, standardmäßig **A**, gefolgt vom eigentlichen Befehl.:

Befehl	Beschreibung und Erklärung	Beispiel
<Adresse>?	Fordert Informationen über das Gerät an, einschließlich Firmware-Version, Seriennummer und Gerätestatus.	A?
<Adresse>!	Fordert das Gerät auf, die aktuellen Messdaten zu senden.	A!
<Adresse>LA@<Passwort>	Administrator-Login. Ermöglicht den Zugriff auf erweiterte Rechte für die Konfiguration und Verwaltung des Geräts. Das Standard-Administratorpasswort ist 119977.	ALA@119977
<Adresse>LU@<Passwort>	Benutzer-Login. Schaltet im Benutzer-Modus um, in dem nur die Messwerte abgerufen werden können.	ALU@123
<Adresse>CP@<neue Passwort>	Ändert das Gerätepasswort auf das angegebene neue Passwort. Das Passwort besteht aus sechs Ziffern (0-9). Administratorzugriff erforderlich.	ACP@123456
<Adresse>CA@<Adresse A-Z>	Ändert die Geräteadresse auf die angegebene neue Adresse. Administratorzugriff erforderlich.	ACA@B
<Adresse>CR@<Wert 1-10>	Schaltet zwischen voreingestellten Messbereichen um. Es können bis zu zehn Messbereiche definiert sein. Administratorzugriff erforderlich.	ACR@3
<Adresse>C4mA@<Wert>	Ändert den Messbereich auf einen 4 mA-Standardwert, der einem bestimmten Bereichswert in ppm entspricht. Administratorzugriff erforderlich.	AC4mA@0
<Adresse>C20mA@<Wert>	Ändert den Messbereich auf einen 20 mA-Standardwert, der einem bestimmten Bereichswert in ppm entspricht. Administratorzugriff erforderlich.	AC20mA@40000
<Adresse>MA	Setzt den Analysator in den Wartungsmodus (Maintenance Mode), bei dem das Gerät in den Wartungszustand versetzt oder daraus herausgeführt wird.	AMA
<Adresse>O@<Wert>	Startet die Offset-Kalibrierung und setzt das Kalibrierungsgas (Wert in ppm) für die Kalibrierung. Administratorzugriff erforderlich.	AO@0
<Adresse>SA@<Wert>	Startet die Kalibrierung der Messspanne und setzt den Kalibrierungspunkt A auf den gewünschten Wert in ppm. Administratorzugriff erforderlich.	ASA@0
<Adresse>SB@<Wert>	Startet die Kalibrierung der Messspanne und setzt den Kalibrierungspunkt B auf den gewünschten Wert in ppm. Administratorzugriff erforderlich.	ASB@40000

<address>SOS!	Speichert die aktuellen Gerätebetriebseinstellungen, einschließlich Adresse, Kalibrierung, Messbereich, Analogausgang und Passwort. Jede neue Speicherung ersetzt die vorherige. Administratorzugriff erforderlich.	ASOS!
<address>ROS!	Stellt die Betriebseinstellungen wieder her. Administratorzugriff erforderlich.	AROS!
<address>RFS!	Dadurch wird das Gerät auf die Werkseinstellungen zurückgesetzt. Administratorzugriff erforderlich.	ARFS!

8.2 Antworten auf Befehle

Nach dem Einschalten, Neustart des Geräts oder Eingabe des Befehls **<Adresse>?** oder **<Adresse>LA@<Passwort>** oder **<Adresse>LU@<Passwort>** oder **<Adresse>CA@<A-Z>** werden folgende Informationen angezeigt:

Beispiel:

A; 199; 526; 240804; 240101; 123; 0x0000:0x01

Erläuterung:

A	Geräteadresse
199	Seriennummer
526	Firmware-Version
240804	Parameter-Version
240101	Herstellungsdatum JJMMDD
123	Betriebsstunden
0x0000	Gerätestatus
0x01	Befehlstatus

Bei allen anderen Befehlen werden die folgenden Informationen angezeigt:

Beispiel:

A; 199; 600.000; 0.00; 4.000; :0x0000:0x01

Erläuterung:

A	Geräteadresse
199	Seriennummer
600.000	Messwert in Millivolt
0.00	Konzentration in ppm
4.000	Stromausgangswert in mA
0x0000	Gerätestatus
0x01	Befehlstatus

8.3 Gerätestatus

Ein Status besteht aus vier Registern, die den aktuellen Zustand des Analysators in hexadezimaler Form beschreiben. Ein Statusregister kann mehrere Bits enthalten, und je nach Zustand des Geräts können mehrere Statusbits gleichzeitig gesetzt sein. Das bedeutet, dass der Analysator gleichzeitig mehrere Zustände haben kann.

Status-Register	Beschreibung
X001	Der Analysator ist im Benutzermodus. Die Messwerte können nur abgerufen werden, Änderungen an der Konfiguration sind nicht möglich.
X010	Der Analysator befindet sich im Administratormodus. Erweiterte Funktionen wie Kalibrierung und Konfiguration sind aktiviert. Der Zugang wird nach einer Stunde oder nach einem Neustart automatisch beendet.
X100	Der Analysator befindet sich im Expertenmodus. Alle Verwaltungs- und Konfigurationsfunktionen stehen zur Verfügung. Dieser Modus ist nur für den Hersteller zugänglich.
0XXX	Der Analysator ist betriebsbereit. Es gibt keine Fehler oder Einschränkungen, und das Gerät kann Messungen durchführen.
1XXX	Der Analysator befindet sich im Wartungsmodus. Eine Kalibrierung wird durchgeführt oder ist in Vorbereitung. Währenddessen ist der normale Betrieb eingeschränkt. Der Stromausgang ist dabei standardmäßig auf 3,8 mA eingestellt.
2XXX	Der Analysator zeigt an, dass er sich außerhalb des zulässigen Messbereichs befindet. Die Messungen könnten ungenau sein, und es ist möglicherweise eine Kalibrierung oder Anpassung des Messbereichs erforderlich.
4XXX	Der Analysator befindet sich im Alarmzustand und signalisiert, dass die aktuelle Konzentration den im Messbereich festgelegten Grenzwert überschritten hat. In diesem Zustand wird am Analogausgang ein Alarmwert von 21 mA ausgegeben.
8XXX	Der Analysator signalisiert einen Fehlerzustand. Das Gerät befindet sich entweder in der Aufwärmphase oder es liegt ein Problem vor, das vor der Wiederinbetriebnahme überprüft oder gewartet werden muss. In diesem Zustand zeigt das Analogsignal 3,6 mA an.

Beispiele:

- Der Analysator ist im Benutzermodus (0x0001) und gleichzeitig in einem Fehlerzustand (0x4000), dann wird der Statuscode als Summe dieser beiden Werte dargestellt: 0x4001.
- Der Analysator ist im Wartungsmodus (0x1000) und im Administratormodus (0x0010), und die Temperatur befindet sich noch nicht im gewünschten Bereich (0x4000), dann ergibt sich der kombinierte Status 0x5010.

8.4 Befehlstatus

Das Befehlstatusregister zeigt den aktuellen Zustand der Ausführung eines Befehls in hexadezimaler Form an. Es können keine Kombinationen von Statuscodes auftreten, da jeder Befehl nur eine eindeutige Statusrückmeldung hat.

Status-Register	Beschreibung
01	Der Befehl wurde erfolgreich ausgeführt. Es traten keine Fehler auf, und die gewünschte Operation wurde abgeschlossen.
02	Der Befehl wurde abgelehnt. Der Benutzer verfügt nicht über ausreichende Rechte, um den Befehl auszuführen.
03	Es gab einen Fehler bei der Ausführung des Befehls. Der Befehl konnte nicht verarbeitet werden.
04	Der Befehl wurde abgelehnt. Der eingegebene Parameter liegt außerhalb des zulässigen Wertebereichs, und der Befehl konnte daher nicht verarbeitet werden.
05	Der Befehl wurde nicht ausgeführt. Kein passender Befehl wurde in der Befehlsliste gefunden, möglicherweise aufgrund einer fehlerhaften Eingabe.
06	Die Kalibrierung wurde abgebrochen. Die Abweichung zwischen dem Messwert und dem Kalibrierungsgas war zu groß, oder der Kalibrierungspunkt ist undefiniert.

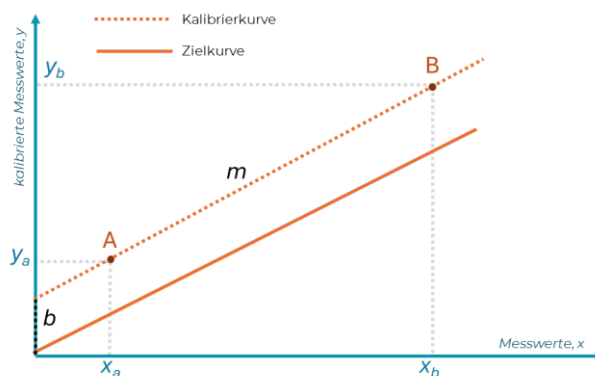
9 Kalibrierung

Die Kalibrierung Ihres Messgeräts ist ein wichtiger Schritt, um genaue und zuverlässige Messungen zu gewährleisten. Dieses Kapitel führt Sie durch die verschiedenen Kalibrierungsverfahren und bietet detaillierte Anleitungen für deren Durchführung.

Die Kalibrierung sollte ausschließlich von qualifiziertem Fachpersonal durchgeführt werden. Unbefugte Änderungen oder unsachgemäße Handhabung können zu fehlerhaften Messergebnissen führen.

In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels werden die einzelnen Kalibrierungsverfahren detailliert erläutert:

- **9.1 Kalibrierintervalle:** Empfehlungen zur Häufigkeit der Kalibrierung basierend auf Ihrem Anwendungsfall.
- **9.2 Vorbereitung zur Kalibrierung:** Schritte zur Vorbereitung Ihres Geräts und der benötigten Materialien.
- **9.3 Offset-Kalibrierung:** Anleitung zur Korrektur systematischer Abweichungen.
- **9.4 Steigungskalibrierung:** Verfahren zur Sicherstellung der linearen Proportionalität über den gesamten Messbereich.
- **9.5 Ersatzgaskalibrierung:** Vorgehensweise, wenn ein alternatives Kalibriergas verwendet wird.



Während der Kalibrierung liegt ein verarbeiteter Messwert vor, der direkt mit einer linearen Funktion korrigiert werden kann:

$$y = m \cdot x + b$$

Hierbei bedeuten:

- y : der kalibrierte Konzentrationsmesswert,
- m : die Steigung der Kalibriergeraden,
- x : Messwert,
- b : die Verschiebung des Messwerts entlang der Y-Achse darstellt (auch Offset genannt).

Das Besondere bei Kalibriervorgang von Archigas-Geräten ist die Speicherung von Kalibrierpunkten A (x_a, y_a) sowie B (x_b, y_b), anstatt die Steigung m und den Offset b direkt zu speichern. Aus diesen Punkten berechnet das Gerät bei jeder Messung dynamisch die Steigung m und den Offset b .

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode ist, dass die Reihenfolge, in der die Offset- und Steigungskalibrierungen durchgeführt werden, keine Rolle spielt. Beide Kalibrierungen

können unabhängig voneinander in beliebiger Reihenfolge erfolgen, ohne die Genauigkeit der Ergebnisse zu beeinflussen. Zusätzlich stellt eine Unterbrechung des Kalibrierprozesses, einschließlich Stromausfällen zwischen der Offset- und Steigungskalibrierungen, kein Problem dar. Die Kalibrierpunkte werden dauerhaft im Speicher abgelegt, sodass der Prozess nach einer Unterbrechung nahtlos fortgesetzt werden kann, ohne dass Daten verloren gehen.

9.1 Kalibrierintervalle

Die Häufigkeit der Kalibrierung hängt vom Messbereich ab. Je kleiner der Messbereich ist, desto häufiger sollte eine Kalibrierung durchgeführt werden, um die Messgenauigkeit sicherzustellen.

Für Standardanwendungen, wie die Messung von 0-4 Vol.% Wasserstoff in Sauerstoff, empfehlen wir eine Kalibrierung alle 6 Monate. Nach den ersten 6 Monaten im Betrieb wird das Gerät jedoch erfahrungsgemäß stabiler, sodass die Kalibrierintervalle oft verlängert werden können. Sie können diese Intervalle je nach Stabilität und Anforderungen Ihres Prozesses anpassen.

Eine **Offset-Kalibrierung** sollte nach der Inbetriebnahme des Geräts immer durchgeführt werden, um systematische Abweichungen am Nullpunkt zu korrigieren. Eine regelmäßige Offset-Kalibrierung ist wichtig, besonders wenn präzise Messergebnisse im niedrigen Konzentrationsbereich erforderlich sind.

Eine **Steigungskalibrierung** sollte nur dann in Erwägung gezogen werden, wenn ein signifikanter Fehler in der Proportionalität der Messwerte über den gesamten Messbereich festgestellt wird oder wenn eine anwendungsspezifische Anpassung des Wertes notwendig ist. Da das Gerät im Allgemeinen sehr stabil ist, bleibt die Steigung der Kalibriergeraden auch über lange Zeiträume hinweg unverändert. Steigungskalibrierung sind daher in der Regel selten erforderlich.

9.2 Vorbereitung zur Kalibrierung

Bei der Kalibrierung eines Messgeräts ist es entscheidend, auf die Richtigkeit der verwendeten Kalibriergase zu achten. Sowohl das Messgas als auch das Hintergrundgas müssen den Kalibrieranforderungen entsprechen. Es ist wichtig, dass das Kalibriergas genau auf die Einstellungen des Geräts abgestimmt ist. Zum Beispiel darf ein Gerät, das für H_2 in O_2 konfiguriert ist, nicht mit einem Kalibriergas H_2 in N_2 kalibriert werden, es sei denn, es wird eine Ersatzgaskalibrierung durchgeführt (siehe Beschreibung unten).

Prüfen Sie vor der Kalibrierung die Angaben in den Kalibrierzertifikaten, um sicherzustellen, dass die richtigen Gase verwendet werden. Achten Sie darauf, ob dort spezielle Bedingungen oder Einschränkungen für die Kalibrierung vermerkt sind.

Während der Kalibrierung sollte das Gerät in den Wartungsmodus versetzt werden, um keine Fehlalarme im System auszulösen. Im Wartungsmodus wird der Analogausgang auf 3,8 mA gesetzt. Dies verhindert, dass die Anlage aufgrund der Kalibrierung eine Störung erkennt.

Es ist wichtig, nach der Zufuhr des Kalibriergases sicherzustellen, dass das Signal des Gases stabil ist. Dies kann je nach pneumatischer Anbindung und dem Volumen des Systems unterschiedlich lange dauern.

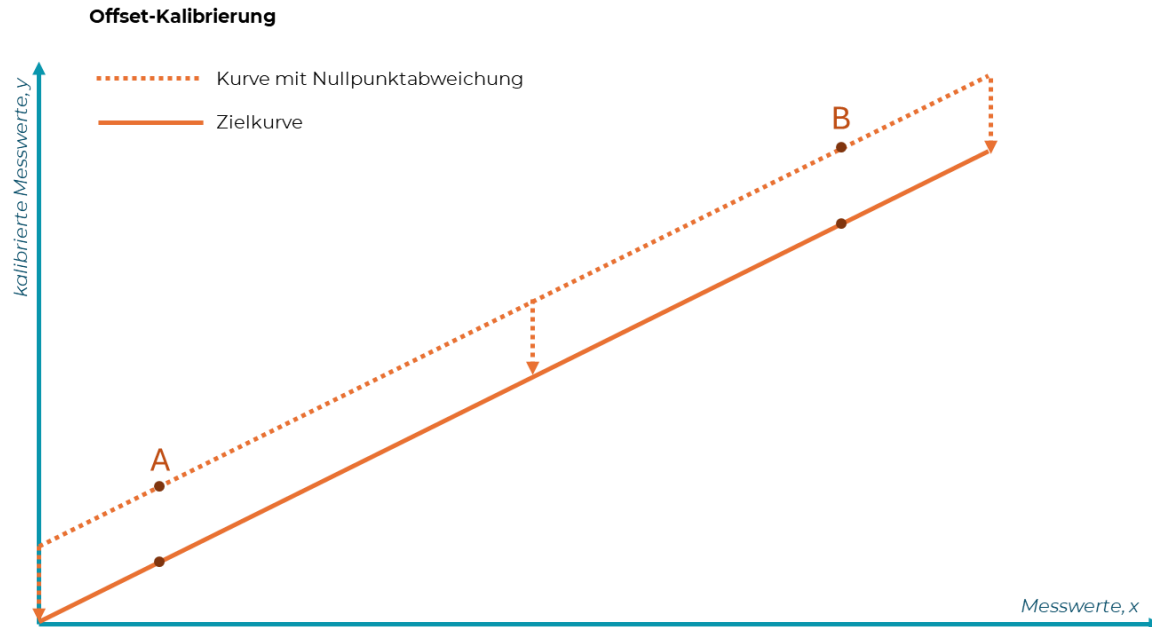


Stellen Sie sicher, dass während der Kalibrierung keine gefährlichen Konzentrationen des Messgases in der Anlage entstehen und dass kein hoher Druck in die Umgebung abgegeben wird.

Die Kalibrierung sollte unter den gleichen Druckbedingungen durchgeführt werden, wie sie im normalen Betrieb des Geräts herrschen. Andernfalls kann es zu Abweichungen in den Messergebnissen kommen. Falls notwendig, sollte der Druckeinfluss bei der Kalibrierung kompensiert werden, um eine präzise Kalibrierung sicherzustellen.

9.3 Offset-Kalibrierung

Die Offset-Kalibrierung korrigiert systematische Abweichungen, indem alle Messwerte um denselben Betrag angepasst werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die Abweichung an einem festen Punkt korrigiert wird und sich gleichmäßig über den gesamten Messbereich auswirkt. Der Kalibrierpunkt kann dabei frei innerhalb des gesamten Messbereichs gewählt werden.



Anleitung zur Durchführung der Offset-Kalibrierung

1. Voreinstellung
 - Stellen Sie sicher, dass Sie als Administrator im Gerät eingeloggt sind und dass das Gerät im Wartungsmodus ist.
 - Falls Sie nicht als Administrator eingeloggt sind, loggen Sie sich mit dem entsprechenden Befehl ein (z. B. ALA@119977). Ist das Gerät nicht im Wartungsmodus, aktivieren Sie diesen mit dem Befehl AMA.
2. Kalibrierungsgas zuführen
 - Führen Sie ein Kalibrierungsgas mit bekannter Konzentration zu.
 - Beispiel: 2 Vol.-% H₂ in O₂.
3. Stablen Messwert erfassen
 - Warten Sie, bis das Gerät einen stabilen Messwert anzeigt.
 - Beispiel: Stabiler Messwert von 1,8 Vol.-%.
4. Offset-Kalibrierungsbefehl senden
 - Senden Sie den Offset-Kalibrierungsbefehl mit der Konzentration des Kalibriergases: AO@20000 (für 20.000 ppm; die Zahl 20000 entspricht 2,0000 Vol.-%).
5. Rückmeldung überprüfen
 - Kontrollieren Sie den angezeigten Konzentrationswert, den Gerätestatus und den Befehlsstatus.
6. Wartungsmodus verlassen

- Wenn keine weiteren Schritte erforderlich sind, deaktivieren Sie den Wartungsmodus: AMA.

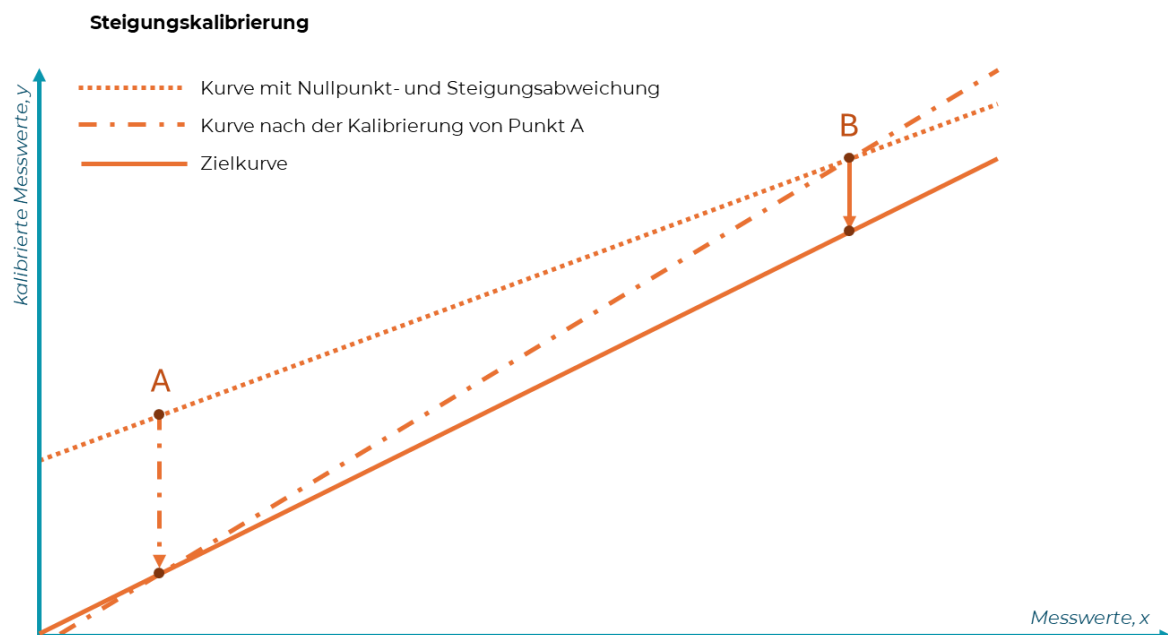
9.4 Steigungskalibrierung

Die Steigungskalibrierung wird verwendet, um die lineare Proportionalität der Messwerte über den gesamten Messbereich sicherzustellen. In der Regel ist sie nicht häufig erforderlich, da das Gerät stabil arbeitet und die Kalibrierung über lange Zeit beibehält.

Eine Steigungskalibrierung ist jedoch sinnvoll, wenn der Anwendungsbereich von den in der Produktion vorkalibrierten Werten abweicht. Je nach Situation können der Punkt A, der Punkt B oder beide Punkte kalibriert werden. Das Gerät ermöglicht es, die Kalibrierpunkte innerhalb oder außerhalb des Messbereichs und in beliebigem Abstand zueinander zu setzen. Eine falsche Auswahl der Kalibrierpunkte kann jedoch zu einer fehlerhaften Kalibrierung des Geräts führen. Es wird empfohlen, die Kalibrierpunkte nahe am Anfang und Ende des Messbereichs zu wählen.

Anwendungsbeispiele:

- **Wasserstoff in Erdgas:** Das Gerät wurde im Labor für Wasserstoff (H_2) in Methan (CH_4) kalibriert. Da Erdgas eine andere Zusammensetzung als Methan hat, ist es sinnvoll, die Kalibrierung am Punkt A mit Erdgas durchzuführen, um genaue Messergebnisse zu erhalten.
- **Wasserstoff in feuchter Luft:** Das Gerät wurde im Labor für H_2 in trockener, synthetischer Luft kalibriert. Da feuchte Luft andere Eigenschaften als trockene Luft besitzt, lohnt es sich, bei konstantem Feuchtegehalt am Punkt A eine Kalibrierung vorzunehmen, um Abweichungen zu kompensieren.
- **Abweichender Druck:** Wenn der Druck des Messgases vom beim Hersteller kalibrierten Druck abweicht, kann eine Nachkalibrierung an den Punkten A und B bei aktuellem Druck durchgeführt werden. Voraussetzung ist, dass dieser Druck konstant bleibt; andernfalls sollte eine dynamische Druckkompensation eingesetzt werden.



Anleitung zur Durchführung der Steigungskalibrierung:

1. Voreinstellung
 - Stellen Sie sicher, dass Sie als Administrator im Gerät eingeloggt sind und dass das Gerät im Wartungsmodus ist. Beide Informationen können Sie aus dem Gerätestatus auslesen.
 - Falls Sie nicht als Administrator eingeloggt sind, loggen Sie sich mit dem entsprechenden Befehl ein (z. B. ALA@119977). Ist das Gerät nicht im Wartungsmodus, aktivieren Sie diesen mit dem Befehl AMA.
2. Erstes Kalibrierungsgas zuführen (Punkt A)
 - Führen Sie ein Kalibrierungsgas mit bekannter Konzentration zu.
 - Beispiel: 0 Vol.-% H₂ in O₂ bei 3 bar absolut.
3. Stabilen Messwert erfassen
 - Warten Sie, bis das Gerät einen stabilen Messwert anzeigt.
 - Beispiel: Stabiler Messwert von 0,3 Vol.-%.
4. Kalibrierungsbefehl für Punkt A senden
 - Senden Sie den Kalibrierungsbefehl mit der tatsächlichen Konzentration des Kalibrierungsgases: ASA@0 (für 0 Vol.-% H₂).
5. Rückmeldung überprüfen
 - Kontrollieren Sie den angezeigten Konzentrationswert, den Gerätestatus und den Befehlsstatus.
6. Zweites Kalibrierungsgas zuführen (Punkt B)
 - Führen Sie ein weiteres Kalibrierungsgas mit bekannter Konzentration zu.
 - Beispiel: 4 Vol.-% H₂ in O₂ bei 3 bar absolut.
7. Stabilen Messwert erfassen
 - Warten Sie erneut, bis ein stabiler Messwert erreicht ist.
 - Beispiel: Stabiler Messwert von 4,7 Vol.-%.
8. Kalibrierungsbefehl für Punkt B senden
 - Senden Sie den Kalibrierungsbefehl mit der tatsächlichen Konzentration des zweiten Kalibrierungsgases: ASB@40000 (für 4 Vol.-% H₂; die Zahl 40000 entspricht 4,0000 Vol.-%).
9. Rückmeldung überprüfen
 - Kontrollieren Sie den angezeigten Konzentrationswert, den Gerätestatus und den Befehlsstatus.
10. Wartungsmodus verlassen
 - Wenn keine weiteren Schritte erforderlich sind, deaktivieren Sie den Wartungsmodus: AMA.

9.5 Ersatzgaskalibrierung

Es besteht die Möglichkeit, das Messgerät mit einem anderen Gas zu kalibrieren, als ursprünglich vorgesehen. Dies nennt man Ersatzgaskalibrierung. Voraussetzung dafür ist, dass der genaue Äquivalenzwert für dieses Ersatzgas bekannt ist.

Um sicherzustellen, dass das passende Kalibriergas verwendet wird, ist es wichtig, bei der Bestellung des Geräts das gewünschte Kalibriergas anzugeben. Der gewählte Wert wird im Kalibrierzertifikat dokumentiert, damit das Gerät korrekt kalibriert werden kann.

Diese Methode gilt auch, wenn Sie dasselbe Gas unter anderen Bedingungen verwenden, wie etwa bei unterschiedlichem Druck oder Feuchtegrad.

Vorgehensweise zur Ersatzgaskalibrierung:

1. Gerätestatus überprüfen und vorbereiten
 - Stellen Sie sicher, dass Sie als Administrator im Gerät eingeloggt sind und dass das Gerät im Wartungsmodus ist.
 - Falls Sie nicht als Administrator eingeloggt sind, loggen Sie sich mit dem entsprechenden Befehl ein (z. B. ALA@119977). Ist das Gerät nicht im Wartungsmodus, aktivieren Sie diesen mit dem Befehl AMA.
2. Ersatzkalibrierungsgas zuführen
 - Führen Sie das Ersatzkalibrierungsgas mit bekannter Konzentration zu.
3. Ersatzgas und Äquivalenzwert bestimmen
 - Beispiel: Das Gerät ist für 0–4 Vol.-% H₂ in O₂ eingestellt.
 - Das Ersatzgas ist 5 Vol.-% H₂ in N₂, was laut Kalibrierzertifikat einem Äquivalent von 3,8 Vol.-% H₂ in O₂ entspricht. Diese Umrechnung muss dem Kalibrierzertifikat entnommen werden.
4. Stablen Messwert erfassen
 - Warten Sie, bis das Gerät einen stabilen Messwert anzeigt.
 - Beispiel: Stabiler Messwert von 3,7 Vol.-% H₂ in O₂.
5. Kalibrierungsbefehl mit Äquivalenzkonzentration senden
 - Senden Sie den Ersatzgaskalibrierungsbefehl mit der Äquivalenzkonzentration.
 - Befehl: Basierend auf dem Kalibrierzertifikat senden Sie z. B. AO@38000 für 3,8 Vol.-% H₂ in O₂.
6. Rückmeldung überprüfen
 - Kontrollieren Sie den Konzentrationswert, den Gerätestatus und den Befehlsstatus.
7. Wartungsmodus verlassen
 - Wenn keine weiteren Schritte erforderlich sind, deaktivieren Sie den Wartungsmodus: AMA.

10 Fehler und Diagnose

Die folgende Tabelle hilft Ihnen, Probleme schnell zu identifizieren und zu beheben.

Fehler	Mögliche Ursache	Diagnose und Lösung
<i>Kein Signal</i>	Kein Strom am Gerät oder defekte Stromversorgung	Überprüfen Sie die Stromversorgung und die Verkabelung. Stellen Sie sicher, dass das Gerät korrekt angeschlossen und eingeschaltet ist.
<i>Unstabile oder schwankende Messwerte</i>	Verschmutzter Sensor oder unstabile Prozessbedingungen	Reinigen Sie den Sensor gemäß den Wartungsanweisungen. Überprüfen Sie die Prozessbedingungen wie z.B. Druck und stellen Sie sicher, dass diese stabil sind.
<i>Messwert weicht stark ab</i>	Falsche Kalibrierung oder Druck- und Feuchteabhängigkeiten	Überprüfen Sie die Kalibrierung und führen Sie ggf. eine Neukalibrierung durch. Stellen Sie sicher, dass die Druck- und Feuchtekorrekturen korrekt angewendet werden.
<i>Anzeige eines Fehlers</i>	Interner Fehler im Gerät oder defekter Sensor	Kontaktieren Sie den technischen Support.
<i>Kein oder schwaches Signal am Analogausgang</i>	Fehlerhafte Konfiguration des Analogausgangs oder defekter Ausgang	Überprüfen Sie die Konfiguration des Analogausgangs und stellen Sie sicher, dass diese korrekt ist. Testen Sie den Ausgang mit einem Multimeter, um sicherzustellen, dass er ordnungsgemäß funktioniert.
<i>Kommunikation über RS485 nicht möglich</i>	Falsche Einstellungen oder Verkabelungsprobleme	Überprüfen Sie die RS485-Einstellungen (Baudrate, Parität, etc.) und stellen Sie sicher, dass diese korrekt sind. Überprüfen Sie die Verkabelung und stellen Sie sicher, dass alle Verbindungen fest und korrekt sind.
<i>Kalibrierung schlägt fehl</i>	Unstabile Messbedingungen oder falsches Kalibriergas	Stelle sicher, dass die Messbedingungen stabil sind und dass das richtige Kalibriergas verwendet wird. Wiederhole die Kalibrierung wie angewiesen.

Sollte keiner der oben genannten Diagnose- und Lösungsschritte das Problem beheben, kontaktieren Sie bitte den technischen Support von Archigas GmbH. Halten Sie dabei alle relevanten Informationen und Fehlermeldungen bereit, um eine schnelle und effiziente Unterstützung zu gewährleisten.

11 Wartung und Reinigung



Die Reinigung mit Flüssigkeiten darf nur im eingeschalteten Zustand durchgeführt werden. Ansonsten besteht die Gefahr, dass der Sensor dauerhaft beschädigt wird.

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ist im Normalbetrieb keine besondere Wartung erforderlich. Bei Einsatz unter erschwerten Bedingungen (z.B. Schmutzpartikel im Prozessgas) ist eine regelmäßige Sichtkontrolle des Sintermetallfilters empfohlen. Zur Reinigung des Filters, kann das Gerät mit der Prozessgasöffnung bis zum Typenschild in Wasser eingetaucht werden.

Die Reinigung des Gehäuses trägt dazu bei, dass Typenschild und Markierungen auf dem Gerät sichtbar bleiben. Beachten Sie hierzu folgendes:



Das Öffnen des Gerätes zum Zwecke der Reparatur oder Reinigung ist nicht zulässig.

Keine aggressiven Reinigungsmittel verwenden, die Gehäuse, Dichtungen oder das Kabel angreifen könnten. Nur geeignete Reinigungsmethoden anwenden.

11.1 Entsorgung

Für die Entsorgung des Gerätes wenden Sie sich an den Gerätehersteller. Im Regelfall wird der TCD3000 Si vom Hersteller zum Recyceln und zur Entsorgung zurückgenommen.

12 Reklamationen

Schicken Sie keine Geräte ohne vorherige Genehmigung zurück. Nehmen Sie zuerst Kontakt zu uns auf.

Sollte eine Reparatur erforderlich sein, gehen Sie folgendermaßen vor:

- Fordern Sie bei uns ein RMA-Formular an und füllen Sie es für jedes Gerät aus.
- Geben Sie eventuell vorhandene Kontaminationen an.
- Verpacken Sie das Gerät transportsicher.
- Senden Sie das Gerät mit dem ausgefüllten Formular an die Herstelleradresse (siehe Kapitel „Vorbemerkung“).

13 Spezifikationen

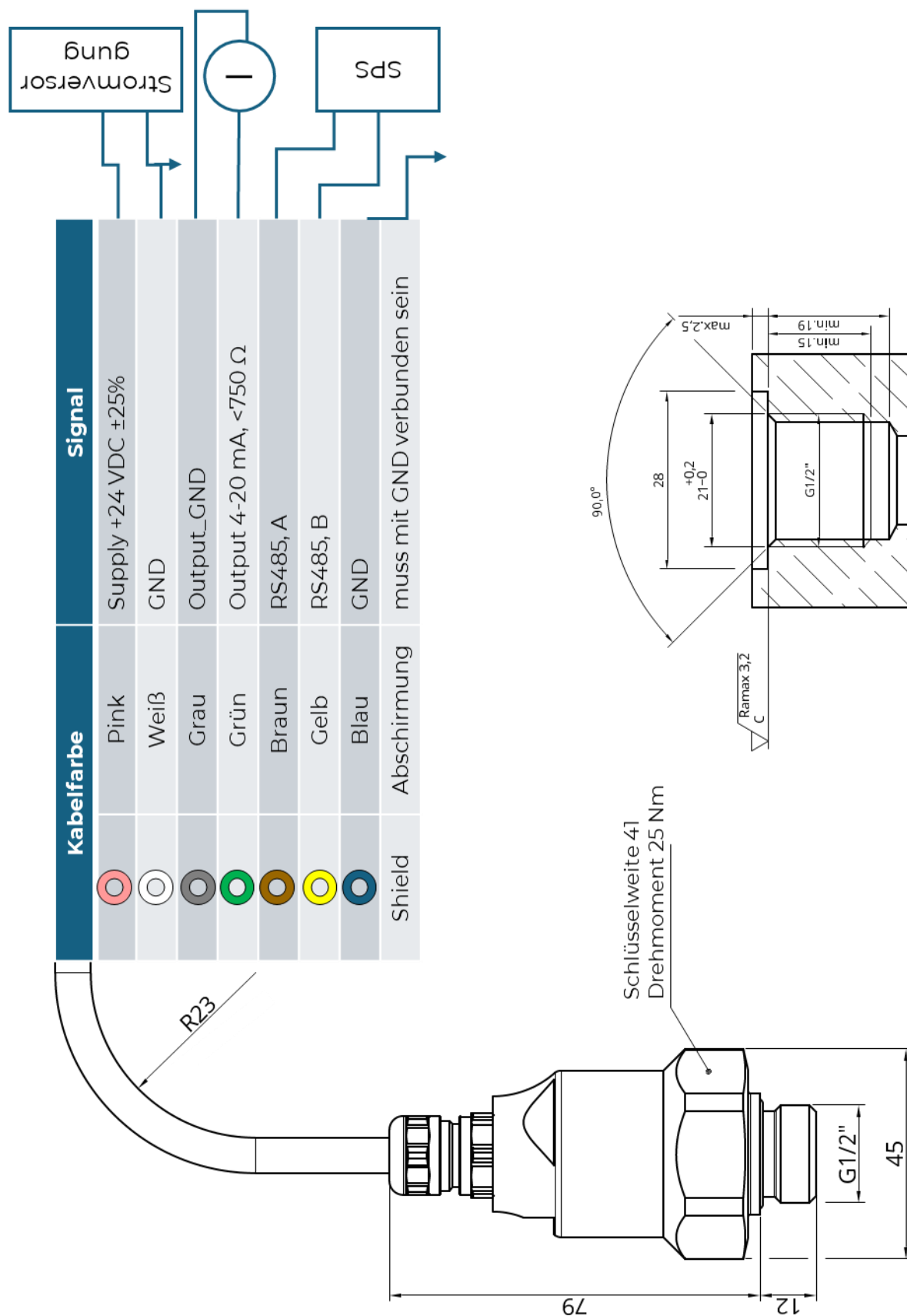
Allgemeine technische Daten	
Einbaulage	unabhängig
Gewicht	ca. 500 g
Abmessungen	Ø36 x 96 mm ³
Schutzart	IP66 / IP68 gemäß EN 60529
Gasanschluss	G1/2 Zoll
Elektrische Merkmale	
EMV-Störfestigkeit	NAMUR NE21 (05/2006) / EN 61326-1 (2013)
Elektrische Sicherheit	EN 61010-1:2010
Leitung	Leitungsdurchmesser: Ø 5,7 mm Aderquerschnitt: max. 7 x 0,14 mm ² Biegeradius: 23 mm
Elektrische Ein- und Ausgänge	
Spannungsversorgung	24 ±25% VDC, < 5 W
Analogausgang	4-20 mA potenzialgebunden, RL ≤ 750 Ω
Serielle Schnittstelle	RS485, Baud rate 38400 / Data 8 bit
Messbereiche	
Anzahl der Messbereiche	10; frei parametrierbar
kleinstmögliche Messspanne	0,5 Vol.% H ₂ in Luft oder Sauerstoff oder Stickstoff
größtmögliche Messspanne	100 Vol.% H ₂ in Luft oder Sauerstoff oder Stickstoff
kleinstmögliche Messspanne mitunterdrücktem Nullpunkt	2 Vol.% H ₂ in Luft oder Sauerstoff oder Stickstoff
Gaseingangsbedingungen	
Messgasdruck	0,9 ... 200 Bar (absolut)
Messgasdurchfluss	0 ... 10 m/s (größere Durchflussraten per Anfrage)
Messgastemperatur	-40 ... +90 °C / +125°C
Messgasfeuchte	bis zu 100 % RH (Feuchtigkeitsanteile kann ggf. Messfehler zur Folge haben)
Zeitverhalten	
Anwärmzeit	< 1 Min.
Reaktionszeit	≤ 30 ms
T90 Zeit	< 1 s
Messverhalten	
Rauschen	< 10 ppm
Nachweisgrenze	< 50 ppm
Messwertdrift	< 100 ppm / Woche
Wiederholpräzision	< 100 ppm
Linearitätsabweichung	< 1 % der aktuellen Messspanne
Einflussgrößen	
Umgebungstemperatur	< 50 ppm / 10K
Messgasdruck im Nullpunkt	< 25 ppm / 10 hPa; ab 1 MPa < 2 ppm / 10 hPa

Messgasdruck bei Ausschlags- gas	< 100 ppm / 10 hPa; ab 1 MPa < 10 ppm / 10 hPa
Messgasdurchfluss im Null- punkt	< 25 ppm / 10 l/h
Messgasdurchfluss bei Aus- schlagsgas	< 100 ppm / 10 l/h
Begleitgase	Die Quergasempfindlichkeit ist applikationsabhängig und muss im Ein- zelfall bestimmt werden.
Klimatische Bedingungen	
Lagerung und Transport	-40 ... +90 °C
Umgebungstemperatur	-40 ... +90 °C
Umgebungsfeuchtigkeit	bis zu 100 % RH
Messgas berührende Teile	
Einschraubergehäuse	Edelstahl 316L
Sintermetallfilter	Edelstahl 316L
Sensor	Si, SxNy, Epoxidharz, Keramik
Dichtung	FKM

14 Messkomponenten und Messbereiche

Messgas	Hintergrund Gas	Basisbereich	Kleinster Bereich
Hydrogen (H ₂)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 0.5%
Oxygen (O ₂)	Nitrogen (N ₂)	0% – 100%	0% – 15%
Helium (He)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 0.8%
Carbon dioxide (CO ₂)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 3%
Nitrogen (N ₂)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 3%
Oxygen (O ₂)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 2%
Hydrogen (H ₂)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 0.5%
Helium (He)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 0.5%
Carbon dioxide (CO ₂)	Argon (Ar)	0% – 60%	0% – 10%
Argon (Ar)	Carbon dioxide (CO ₂)	40% – 100%	–
Methane (CH ₄)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 2%
Methane (CH ₄)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 1.5%
Argon (Ar)	Oxygen (O ₂)	0% – 100%	0% – 3%
Nitrogen (N ₂)	Hydrogen (H ₂)	0% – 100%	0% – 2%
Oxygen (O ₂)	Carbon dioxide (CO ₂)	0% – 100%	0% – 3%
Hydrogen (H ₂)	Helium (He)	20% – 100%	-
Hydrogen (H ₂)	Methane (CH ₄)	0% – 100%	0% – 0.5%
Hydrogen (H ₂)	Carbon dioxide (CO ₂)	0% – 100%	0% – 0.5%
Sulfur hexafluoride (SF ₆)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 2%
Nitrogen dioxide (NO ₂)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 5%
Hydrogen (H ₂)	Oxygen (O ₂)	0% – 100%	0% – 0.5%
Argon (Ar)	Xenon (Xe)	0% – 100%	0% – 3%
Neon (Ne)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 1.5%
Krypton (Kr)	Argon (Ar)	0% – 100%	0% – 2%
Extinguishing gas (R125)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 5%
Deuterium (D ₂)	Nitrogen (N ₂) or Air	0% – 100%	0% – 0.5%
Deuterium (D ₂)	Helium (He)	0% – 100%	0% – 5%

Anhang A1



Größe und Abmessungen gemäß ISO 228-1