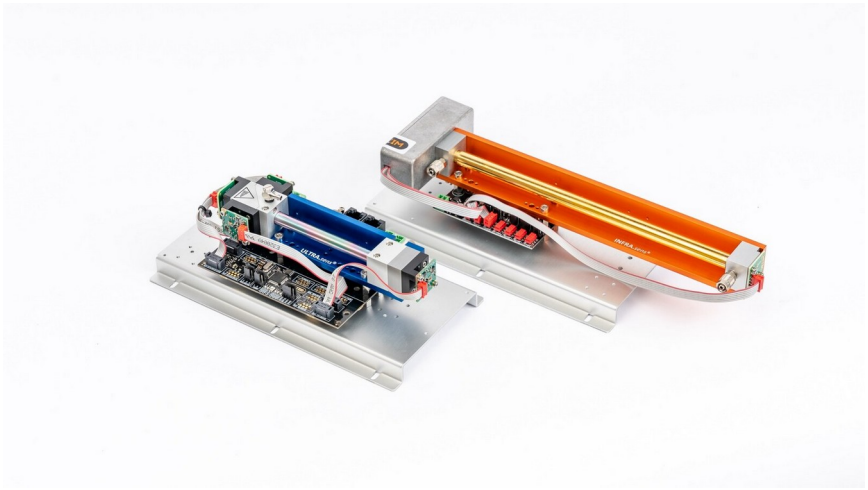
# Betriebsanleitung

## OEM-Gasmessmodule für die kontinuierliche Gasanalyse

INFRA.sens® · ULTRA.sens® · KOMBI.sens® · HUMI.sens® · O2.sens · Thermobox · Zubehör



| | |
|---|---|
| Dokument | Betriebsanleitung (Originalbetriebsanleitung) |
| Dokumentnummer | BA001 |
| Revision | 1.0, 11/2026 |
| Gültig ab | Basisboard V1.8.x / V1.9.x / IR-compact V2.0.x · Thermobox V5 · Firmware 5.5.44 |
| Sprache | Deutsch |

**Wi.Tec-Sensorik GmbH**
Schepersweg 41–61
46485 Wesel
Deutschland
Telefon +49 281 206578-20
info@witec-sensorik.de
www.witec-sensorik.de

**Copyright © 2026 Wi.Tec-Sensorik GmbH. Alle Rechte vorbehalten.**

Jede Vervielfältigung dieses Dokuments, ganz oder teilweise und gleich mit welchen Mitteln, ist ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Wi.Tec-Sensorik GmbH untersagt.

Dieses Dokument wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Die Wi.Tec-Sensorik GmbH übernimmt jedoch keine Verantwortung für Fehler oder Auslassungen und für daraus entstehende Schäden. Änderungen an Produkt und Dokumentation bleiben vorbehalten.

MARS® (Multi Analyse Research Software) ist eine Wortmarke der Wi.Tec-Sensorik GmbH.

Alle genannten Marken oder eingetragenen Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.

Mit Erscheinen dieser Revision verlieren alle früheren Ausgaben der Betriebsanleitung (Operating Instructions V1.54, Instruction Manual V2.3, Quick Start Guide V001) ihre Gültigkeit.

# Inhaltsverzeichnis

**0 Zu dieser Anleitung....7**
0.1 Gültigkeit....7
0.2 Zielgruppe....7
0.3 Mitgeltende Unterlagen....8
0.4 Darstellungskonventionen....8
0.5 Revisionshistorie....8
**1 Sicherheit....9**
1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung....9
1.2 Vorhersehbare Fehlanwendung....9
1.3 Personalqualifikation und Pflichten des Betreibers....9
1.4 Aufbau der Sicherheitshinweise....10
1.5 Grundlegende Sicherheitshinweise....10
1.6 Gewährleistung und Haftung....12
1.7 Konformität....12
**2 Lieferung, Transport und Lagerung....13**
2.1 Lieferumfang....13
2.2 Verpackung und Transportschäden....13
2.3 Auspacken und Akklimatisieren....13
2.4 Lagerung....13
**3 Messprinzipien und Produktübersicht....14**
3.1 Messkomponenten und Messbereiche....14
3.2 INFRA.sens® (NDIR)....15
3.2.1 Analysenküvetten....16
3.2.2 Druck- und Temperaturkompensation....17
3.3 ULTRA.sens® (NDUV)....17
3.3.1 ULTRA.sens® / INFRA.sens® processline....18
3.4 KOMBI.sens®....18
3.5 HUMI.sens®....19
3.5.1 Ausgabegrößen und Feuchtekompensation....19
3.6 O2.sens....21
3.6.1 Lebensdauer....21
3.6.2 Einfluss der Betriebsbedingungen....22
3.6.3 Abschätzung der Lebensdauer....22
3.6.4 Einbaulage....24
3.7 P.sens corrosive (Absolutdrucksensor 0–1,5 bar)....24
3.7.1 Varianten....24
3.7.2 Technische Daten des Drucksensors....25
3.8 Produkte in Vorbereitung....26
3.9 Typenschild und Kanalbelegung....26
**4 Ausführungen....27**
4.1 Montageplatte....27
4.2 Thermobox V5....27

4.2.1 Gasanschlüsse....28
4.2.2 Abmessungen und Bohrbild....29
4.3 Thermostatisierung....30
4.4 Korrosionsfeste Ausführung (processline)....31
4.5 Basisboards....32
**5 Montage....33**
5.1 Umgebungsbedingungen....33
5.2 Einbau....33
**6 Gasanschluss....34**
6.1 Schläuche und Rohre....34
6.2 Durchflussrichtung....34
6.3 Durchfluss....35
6.4 Probenaufbereitung....36
6.5 Schlauchlänge und Einstellverhalten....36
6.6 Lecktest....37
6.7 Abgasführung....38
**7 Elektrischer Anschluss....39**
7.1 Spannungsversorgung....39
7.2 Masseführung....39
7.3 Schnittstellen der Basisboards....40
7.3.1 Basisboard V1.9.x....40
7.3.2 Basisboard IR-compact V2.0.x....41
7.3.3 Basisboard V1.8.x....42
7.3.4 Connector Board MBB V1.0 (Modbus, ohne Thermobox)....43
7.3.5 Thermobox V5....45
7.3.6 Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss....48
7.4 RS232....50
7.5 CAN-Bus....50
7.6 Modbus RTU (Option)....51
7.7 Digitale Ein- und Ausgänge....51
7.8 Status-LEDs....51
**8 Inbetriebnahme....53**
8.1 Voraussetzungen....53
8.2 Erstinbetriebnahme....53
**9 Software....55**
9.1 Download und Installation....55
9.2 Auslesen ohne MARS®-Tool....55
**10 Justierung....57**
10.1 Prüf- und Justierintervalle....57
10.2 Nullgas....57
10.3 Prüfgas....57
10.4 Nullpunktjustierung....58
10.5 Endpunktjustierung....58

10.6 Externer Nullpunkt-Trigger....58
10.7 Automatische Nullpunktjustierung (AZF)....59
10.8 O2.sens und HUMI.sens....59
**11 Statusmeldungen und Störungsbehebung....60**
11.1 Status-LED....60
11.2 Statusbyte....60
11.3 Störungen beheben....60
**12 Wartung und Instandhaltung....62**
12.1 Wartungsplan....62
12.2 Austausch von Komponenten....62
**13 Service, Rücksendung und Entsorgung....63**
13.1 Kontakt....63
13.2 Rücksendung (RMA)....63
13.3 Entsorgung....63
**14 Zubehör und Optionen....64**
14.1 Auto-Zero-Funktion (AZF)....64
14.1.1 Anschluss einer externen AZF an die Thermobox....66
14.2 Analogausgang....66
14.2.1 Ausgabe von HUMI.sens und O2.sens (Option)....68
14.3 Weiteres Zubehör und Ersatzteile....69
**15 Technische Daten....71**
**Anhang A – Applikationshinweise....72**
A.1 Probenaufbereitung....72
A.2 Korrosive Gase....72
A.3 Trägergasabhängigkeit....72
A.4 Querempfindlichkeiten....72
**Anhang B – Konformitätserklärung....73**
**Anhang C – Glossar und Abkürzungen....79**

# 0 Zu dieser Anleitung

Diese Betriebsanleitung beschreibt Einbau, Anschluss, Inbetriebnahme, Justierung und Wartung der Wi.Tec-Gasmessmodule. Lesen Sie sie vollständig, bevor Sie mit dem Gasmessmodul arbeiten, und bewahren Sie sie für die gesamte Lebensdauer des Produkts auf.

## 0.1 Gültigkeit

| Gilt für | Ausführungen |
|---|---|
| INFRA.sens® (NDIR) | Standard und compact; Analysenküvetten AK2 bis AK250; processline AK25, AK50, AK100 |
| ULTRA.sens® (NDUV) | mit UV-LED oder EDL-Strahler; Analysenküvetten AK100 bis AK550; processline AK25 bis AK200 |
| processline | korrosionsfeste Edelstahlausführung für INFRA.sens und ULTRA.sens |
| KOMBI.sens® | Kombination aus INFRA.sens und/oder ULTRA.sens |
| HUMI.sens®, O2.sens, P.sens corrosive | als Option zu den obigen Modulen |
| Gehäuse und Elektronik | Montageplatte, Thermobox V5; Basisboards V1.8.x, V1.9.x, IR-compact V2.0.x |

*Tabelle 1: Geltungsbereich dieser Anleitung*

Nicht in dieser Anleitung: BINOS und kundenspezifische Verkaufsversionen. Produktspezifische Werte (Messbereich, Genauigkeit, Kanalbelegung) stehen im Datenblatt oder in der technischen Spezifikation Ihres Moduls; bei Abweichungen gilt dieses Dokument.

## 0.2 Zielgruppe

Die Anleitung richtet sich an Integratoren und Betreiber, die Gasmessmodule in Analysensysteme einbauen, sowie an deren Fachpersonal. Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in Elektrotechnik und Gasmesstechnik (siehe Kapitel 1.3).

## 0.3 Mitgeltende Unterlagen

| Dokument | Inhalt | Bezug |
|---|---|---|
| Datenblatt oder technische Spezifikation des Moduls | Messbereich, technische Daten, Kanalbelegung | liegt der Lieferung bei |
| Schnellstartanleitung | Kurzfassung für Auspacken und Anschließen | liegt der Lieferung bei; Download: https://www.witec-sensorik.de/downloads/schnellstartanleitung-gasmessmodule/ |
| Betriebsanleitung (dieses Dokument) | aktuelle Ausgabe | Download: https://www.witec-sensorik.de/downloads/betriebsanleitung-gasmessmodule/ |
| Kommunikationshandbuch | Protokolle RS232, CAN, Modbus, CANopen; Register, Statusbyte, Device-ID | Download: https://www.witec-sensorik.de/downloads/kommunikationshandbuch-gasmessmodule/ |
| Handbuch MARS®-Tool light | Bedienung der PC-Software, Datenlogging, Justierung am PC | Download: https://www.witec-sensorik.de/downloads/software/ |
| Serviceanleitungen | Austausch von Komponenten, nur für geschultes Personal | auf Anfrage |

*Tabelle 2: Mitgeltende Unterlagen*

## 0.4 Darstellungskonventionen

- Sicherheitshinweise sind nach Gefahrenstufe gekennzeichnet (Kapitel 1.4).
- Handlungsanweisungen bestehen aus Voraussetzung, nummerierten Schritten und Ergebnis.
- Schaltflächen der Software stehen fett in eckigen Klammern, z. B. **[Write]**.
- Gasmesskanäle heißen Ch1 bis Ch4 (nicht zu verwechseln mit der Formel $CH_4$ für Methan); welches Gas auf welchem Kanal gemessen wird, steht auf dem Typenschild (Kapitel 3.9).
- Abkürzungen sind im Glossar (Anhang C) erklärt.

## 0.5 Revisionshistorie

| Revision | Datum | Änderung |
|---|---|---|
| 0.1 | 10/2026 | Vorabversion. Fasst die bisherigen Anleitungen zusammen (Operating Instructions V1.54, Instruction Manual V2.3, Quick Start Guide V001). |
| 1.0 | 11/2026 | Erste freigegebene Ausgabe. |

# 1 Sicherheit

Lesen Sie dieses Kapitel vor der Inbetriebnahme, um Personen- und Sachschäden zu vermeiden. Wi.Tec-Sensorik entwickelt und fertigt seine Produkte in Übereinstimmung mit nationalen und internationalen Normen. Für einen einwandfreien Betrieb sind fachgerechte Aufstellung, Installation, Bedienung und Wartung erforderlich.

## 1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Gasmessmodule sind Einbaukomponenten zur kontinuierlichen Messung von Gaskonzentrationen gemäß ihrer Spezifikation im Datenblatt. Sie sind für den Einsatz in nicht explosionsgefährdeten Bereichen (General Purpose) bestimmt und werden in übergeordnete Analysensysteme eingebaut.

Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehört auch, dass Sie diese Anleitung beachten, die Umgebungs- und Messgasbedingungen einhalten (Kapitel 5, 6 und 15) und nur von Wi.Tec-Sensorik spezifizierte Ersatzteile verwenden.

## 1.2 Vorhersehbare Fehlanwendung

Als nicht bestimmungsgemäß gilt insbesondere:

- Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Zonen).
- Messung explosiver Gasgemische (brennbare Gase mit Luft oder Sauerstoff in zündfähigem Mischungsverhältnis).
- Betrieb bei hoher, kondensierender Feuchte oder in stark korrosiver Atmosphäre.
- Betrieb im Freien ohne geeignetes Schutzgehäuse.
- Betrieb außerhalb der im Datenblatt angegebenen Grenzen (Temperatur, Druck, Durchfluss, Versorgungsspannung).
- Öffnen, Umbauen oder Reparieren des Moduls, soweit nicht in dieser Anleitung beschrieben.

## 1.3 Personalqualifikation und Pflichten des Betreibers

- Lesen Sie alle Anweisungen vor Aufstellung, Bedienung oder Wartung des Produkts.
- Nur qualifiziertes Fachpersonal darf das Produkt installieren, bedienen, aktualisieren, programmieren und warten.
- Schulen Sie Ihr Personal in Installation, Bedienung und Wartung.
- Installieren Sie das Produkt gemäß dieser Anleitung und den örtlichen und nationalen Vorschriften. Elektrische Anschlüsse und Gasverbindungen müssen fachgerecht ausgeführt sein.
- Beachten Sie Warnhinweise auf dem Produkt und im Beipack.
- Verwenden Sie ausschließlich von Wi.Tec-Sensorik spezifizierte Ersatzteile. Ähnlich aussehende Teile können Fehlfunktionen oder Brand verursachen.
- Wenden Sie sich bei Unklarheiten an Ihren Wi.Tec-Vertragshändler oder den Wi.Tec-Service (Kapitel 13).

## 1.4 Aufbau der Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise sind nach ISO 3864-2 / ANSI Z535.6 aufgebaut: Signalwort mit Symbol, Art und Quelle der Gefahr, mögliche Folgen und Maßnahmen.

| Signalwort | Bedeutung |
|---|---|
| **GEFAHR** | Unmittelbare Gefahr. Nichtbeachtung führt zu Tod oder schwerer Verletzung. |
| **WARNUNG** | Mögliche Gefahr. Nichtbeachtung kann zu Tod oder schwerer Verletzung führen. |
| **VORSICHT** | Mögliche Gefahr. Nichtbeachtung kann zu leichter Verletzung führen. |
| **HINWEIS** | Nichtbeachtung kann zu Sachschaden, Zerstörung des Geräts, Leistungseinbußen oder Datenverlust führen. |
| **Information** | Wichtige Informationen und Tipps; Nichtbeachtung kann dazu führen, dass Aufgaben nicht erfolgreich ausgeführt werden. |

*Tabelle 3: Signalwörter*

## 1.5 Grundlegende Sicherheitshinweise

**⚠ WARNUNG**

**Explosionsgefahr bei unsachgemäßer Verwendung**

Das Gasmessmodul ist kein Ex-geschütztes Gerät. Zündquellen im Modul können explosive Gemische entzünden.

- ▶ Gasmessmodul niemals in explosionsgefährdeten Bereichen (Ex-Zonen) einsetzen.
- ▶ Keine explosiven Gasgemische messen.

**⚠ WARNUNG**

**Austritt giftiger oder aggressiver Gase**

Bei Leckagen kann sich Messgas im und um das Gasmessmodul anreichern. Folgen: Vergiftung, Beschädigung von Geräteteilen.

- ▶ Gasausgang an eine Absauganlage anschließen, damit kein Gas in die Umgebung gelangt.
- ▶ Gasmessmodul bei giftigen oder aggressiven Gasen mit Inertgas (z. B. Stickstoff) spülen; Spülgas sammeln und über eine Abgasleitung fachgerecht entsorgen.
- ▶ Dichtigkeit regelmäßig prüfen (Kapitel 6.6).

**⚠ WARNUNG**

**Vergiftungsgefahr durch Schwefelwasserstoff ($H_2S$), z. B. in Biogasanlagen**

$H_2S$ ist schon in geringen Konzentrationen hochgiftig. Die Geruchsschwelle liegt bei 0,02 ppm; höhere Konzentrationen betäuben den Geruchssinn, sodass das Gas nicht mehr wahrgenommen wird.

Bis 100 ppm: Müdigkeit, Kopfschmerzen, Reizung von Augen und Schleimhäuten. Ab 500 ppm: Lebensgefahr. Über 1 000 ppm tödlich in wenigen Minuten, über 5 000 ppm in wenigen Sekunden.

- ▶ Gasausgang an eine Absauganlage anschließen.
- ▶ Vor Wartungsarbeiten Gasweg des Moduls und Gasentnahme mindestens 10 Minuten mit Umgebungsluft oder Stickstoff spülen, bis die $H_2S$-Konzentration nahe 0 ppm liegt.
- ▶ Dichtigkeit regelmäßig prüfen.

**⚠ WARNUNG**

**Vergiftungsgefahr durch Kohlenmonoxid (CO)**

CO ist schon in geringen Konzentrationen hochgiftig (Arbeitsplatzgrenzwert 30 ppm). Das Einatmen von mehr als 5 000 ppm kann tödlich sein.

- ▶ Gasausgang an eine Absauganlage anschließen.
- ▶ Vor Wartungsarbeiten mindestens 10 Minuten mit Umgebungsluft oder Stickstoff spülen, bis die CO-Konzentration nahe 0 ppm liegt.
- ▶ Dichtigkeit regelmäßig prüfen.

**⚠ WARNUNG**

**Vergiftungsgefahr durch weitere giftige oder ätzende Messgase**

Auch andere Messgase sind giftig oder ätzend, z. B. $SO_2$ und $NO_2$ in hohen Konzentrationen, $O_3$, $NH_3$ oder $Cl_2$.

- ▶ Gasausgang an eine Absauganlage anschließen.
- ▶ Vor Wartungsarbeiten Gasweg und Gasentnahme mit Umgebungsluft oder Stickstoff spülen.
- ▶ Sicherheitsdatenblatt des Messgases beachten.
- ▶ Dichtigkeit regelmäßig prüfen.

**WARNUNG**

**Ultraviolette Strahlung (ULTRA.sens, KOMBI.sens)**

UV-LED und EDL-Strahler senden energiereiche UV-Strahlung aus (Risikogruppe 2 nach DIN EN 62471). Gefahr für Augen und Haut.

- ▶ Nicht direkt in die Strahlungsquelle blicken.
- ▶ Bei geöffnetem Strahlengang Schutzbrille und Schutzkleidung tragen.
- ▶ Strahlungsquelle vor Arbeiten am Strahlengang ausschalten.

**WARNUNG**

**Veränderungen am Gerät**

Änderungen und Reparaturen am Gasmessmodul können Personal, Anlage und Umwelt gefährden. Herstellergarantie und Produktzulassungen erlöschen.

- ▶ Gasmessmodul nur so ändern oder reparieren, wie in dieser Anleitung oder einer Wi.Tec-Serviceanleitung beschrieben.

**HINWEIS**

**Elektrostatische Entladung (ESD)**

Basisboard, Drucksensor, Strahler und Detektoren sind ESD-empfindlich und können durch Berührung zerstört werden.

- ▶ Elektronik nur an ESD-geschützten Arbeitsplätzen und mit Erdungsarmband berühren.

## 1.6 Gewährleistung und Haftung

- Öffnen, Manipulieren oder Beschädigen des Gasmessmoduls führt zum Verlust der Gewährleistung. Dies gilt auch für das Aufschneiden der Wi.Tec-Siegel an der Thermobox, sofern nichts anderes vereinbart ist.
- Die Gewährleistung erlischt ebenfalls bei Schäden durch aggressive Chemikalien, Verschmutzung oder eingedrungene Flüssigkeiten sowie bei Nichtbeachtung dieser Anleitung.
- Wi.Tec-Sensorik haftet nicht für Folgeschäden, Sach- oder Personenschäden, die durch Nichtbeachtung dieser Anleitung entstehen.

## 1.7 Konformität

Die Gasmessmodule erfüllen die Anforderungen der RoHS-Richtlinie 2011/65/EU einschließlich (EU) 2015/863 sowie der REACH-Verordnung (EG) 1907/2006 und der POP-Verordnung (EU) 2019/1021. Einzelheiten stehen in Anhang B.

# 2 Lieferung, Transport und Lagerung

## 2.1 Lieferumfang

Der Lieferumfang richtet sich nach Ihrer Bestellung und ist im beiliegenden Lieferschein dokumentiert. Prüfen Sie die Lieferung nach Erhalt anhand des Lieferscheins auf Vollständigkeit. Größere Lieferungen können auf mehrere Pakete verteilt sein.

PC-Software MARS®-Tool light und Dokumentation stehen zum Download bereit (Kapitel 9).

Nicht im Lieferumfang und vom Anwender bereitzustellen: Netzteil 24 VDC (als Zubehör erhältlich, Kapitel 14.3), PC mit Windows 10/11, Datenkabel RS232 und USB/RS232-Adapter. Datenkabel und USB/RS232-Adapter sind als Zubehör erhältlich (Kapitel 14.3).

## 2.2 Verpackung und Transportschäden

Die Module werden einzeln in Kartons mit Schaumstoffeinlage geliefert, die in einem Versandkarton verpackt sind. Sollte trotzdem ein Transportschaden auftreten:

1. Äußerlich erkennbare Schäden sofort bei Anlieferung beim Zusteller (Post, Spedition, Paketdienst) reklamieren und eine Schadensmeldung erstellen lassen.
2. Äußerlich nicht erkennbare Schäden unmittelbar nach dem Auspacken melden.
3. Karton und Verpackung zur Begutachtung aufbewahren.
4. Wi.Tec-Sensorik informieren (Kontakt in Kapitel 13).

> **Information**
> Nur wenn Sie so vorgehen, können wir und unsere Versicherung den Schaden bearbeiten und Ersatz liefern.

## 2.3 Auspacken und Akklimatisieren

1. Modul aus der Verpackung nehmen. Elektronik dabei nicht berühren (ESD).
2. Modul vor dem Einschalten auf Raumtemperatur angleichen lassen, damit sich kein Kondenswasser bildet.
3. Staubschutzkappen an den Gasanschlüssen erst unmittelbar vor dem Anschließen der Gasleitungen entfernen.

## 2.4 Lagerung

- Trocken, staubfrei und in der Originalverpackung lagern. Lagertemperatur −20 bis 60 °C.
- O2.sens: optimal bei 15–25 °C lagern. Lagerzeit und -temperatur verkürzen die Lebensdauer des Sensors (Kapitel 3.6).
- Auto-Zero-Funktion (AZF): Lagertemperatur −20 bis 60 °C.

# 3 Messprinzipien und Produktübersicht

Die Wi.Tec-Gasmessmodule nutzen physikalische Messverfahren, die sich in Industrie und Wissenschaft seit Jahrzehnten bewährt haben. Weitergehende Informationen enthält das Fachbuch „Gasmesstechnik in Theorie und Praxis“ (Springer Vieweg):

- Deutsche Ausgabe: ISBN 978-3-658-35277-6
- Englische Ausgabe „Gas Measurement Technology in Theory and Practice“: ISBN 978-3-658-37231-6

## 3.1 Messkomponenten und Messbereiche

Die Tabelle nennt alle Gase, die bisher mit Wi.Tec-Modulen gemessen wurden, mit dem kleinsten und größten Messbereich. Weitere Messbereiche auf Anfrage.

| Gaskomponente | Formel | Prinzip | Kleinster Messbereich | Größter Messbereich |
|---|---|---|---|---|
| Ammoniak | $NH_3$ | UV | 0–500 ppm | 0–5 000 ppm |
| Butan | $C_4H_{10}$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Chlor | $Cl_2$ | UV | 0–100 ppm | 0–30 Vol.-% |
| Chlordioxid | $ClO_2$ | UV | 0–100 ppm | 0–5 000 ppm |
| Distickstoffmonoxid | $N_2O$ | IR | 0–100 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Ethan | $C_2H_6$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Feuchte | $H_2O$ | kapazitiv | 0–20 000 ppm | – |
| Hexan | $C_6H_{14}$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Kohlenwasserstoffe | $C_nH_m$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Kohlendioxid | $CO_2$ | IR | 0–50 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Kohlenmonoxid | CO | IR | 0–500 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Methan | $CH_4$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Ozon | $O_3$ | UV | 0–1 ppm | 0–5 000 ppm |
| Propan | $C_3H_8$ | IR | 0–1 000 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Sauerstoff | $O_2$ | EC | 0–25 Vol.-% | 0–100 Vol.-% |
| Schwefeldioxid | $SO_2$ | UV | 0–50 ppm | 0–10 Vol.-% |
| Schwefeldioxid | $SO_2$ | IR | 0–500 ppm | 0–10 Vol.-% |
| Schwefelhexafluorid | $SF_6$ | IR | 0–50 ppm | 0–100 Vol.-% |
| Schwefelwasserstoff | $H_2S$ | UV | 0–100 ppm | 0–5 000 ppm |
| Schwefelkohlenstoff | $CS_2$ | UV | 0–1 000 ppm | 0–1 Vol.-% |
| Stickstoffmonoxid | NO | UV | 0–1 000 ppm | 0–5 000 ppm |
| Stickstoffmonoxid | NO | IR | 0–300 ppm | 0–5 000 ppm |

| Gaskomponente | Formel | Prinzip | Kleinster Messbereich | Größter Messbereich |
|---|---|---|---|---|
| Stickstoffmonoxid | NO | EC | 0–100 ppm | – |
| Stickstoffdioxid | $NO_2$ | UV | 0–100 ppm | 0–5 000 ppm |
| Tetrafluormethan | $CF_4$ | IR | 0–30 Vol.-% | 0–100 Vol.-% |
| Wasserdampf | $H_2O$ | IR | 0–5 000 ppm | 0–5 Vol.-% |
| Wasserstoff | $H_2$ | WLD | 0–5 000 ppm | 0–100 Vol.-% |

*Tabelle 4: Messkomponenten und mögliche Messbereiche (IR = NDIR, UV = NDUV, EC = elektrochemisch, WLD = Wärmeleitfähigkeit)*

## 3.2 INFRA.sens® (NDIR)

Der INFRA.sens arbeitet nach dem NDIR-Verfahren (nichtdispersive Infrarotabsorption) im Spektralbereich 2–12 µm. Als Strahlungsquelle dient ein MEMS-Strahler: eine dünne Membran mit Heizelement, die mit 1–10 Hz elektrisch moduliert wird. Bei z. B. 500 °C Chiptemperatur strahlt er breitbandig von 2 bis 12 µm mit einem Maximum bei 4 µm.

Das Messgas strömt mit möglichst konstantem Volumenstrom durch die Analysenküvette. Gegenüber dem Strahler sitzt die Detektoreinheit mit 2 (Dual) oder 4 (Quad) Detektorelementen. Jeder Messdetektor hat ein Interferenzfilter im Absorptionsmaximum des Messgases; der Referenzdetektor misst in einem Bereich ohne nennenswerte Absorption. Mit dem Quad-Detektor lassen sich bis zu 3 Gase gleichzeitig messen.

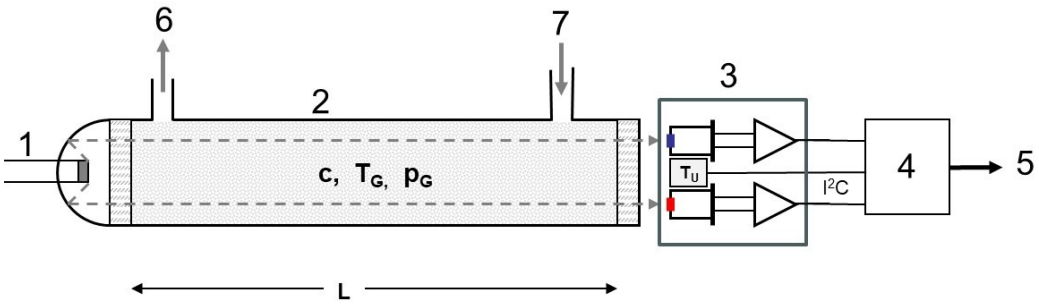



*Abbildung 1: Prinzip der NDIR-Messung mit dem INFRA.sens: 1 MEMS-IR-Strahler, 2 Analysenküvette (AK), 3 Vorverstärker mit Pyrodetektor, 4 Basisboard, 5 Signalausgänge/Schnittstellen, 6 Gaseingang, 7 Gasausgang*

Die Konzentration c ergibt sich aus dem Lambert-Beer-Gesetz:

$$U_{Mess} = U_{Ref} \cdot e^{-\alpha \cdot c \cdot L}$$

- $U_{Mess}$: Signal des Messdetektors
- $U_{Ref}$: Signal ohne Absorption (Referenz)
- α: Absorptionskoeffizient des Messgases
- c: Konzentration des Messgases
- L: Küvettenlänge (optische Weglänge)

Für kleine Konzentrationen oder schwach absorbierende Gase (z. B. $CH_4$) wird die Küvettenlänge L vergrößert, für stark absorbierende Gase (z. B. $SF_6$) verkleinert. So lassen sich Bereiche von 1 ppm bis 100 Vol.-% abdecken.

Bei der Werkskalibrierung wird jedes Modul mit mindestens 5 Gaskonzentrationen beaufschlagt. Aus den Messwerten wird ein Polynom als Linearisierungsfunktion in der Firmware gespeichert; der Linearisierungsfehler liegt danach unter ±1 % vom Messbereichsendwert (MBEW).

### 3.2.1 Analysenküvetten

Die Zahl in der Bezeichnung ist die Küvettenlänge in mm. Küvetten der korrosionsfesten Ausführung (Zusatz „VA“) stehen in Kapitel 4.4.

| Bezeichnung | Länge | Beispiel | Ausführung |
|---|---|---|---|
| AK2 | 2 mm | 0–100 Vol.-% CO | Messzelle aus Aluminium, eloxiert |
| AK5 | 5 mm | 0–100 Vol.-% $CO_2$ | Messzelle aus Aluminium, eloxiert |
| AK20 | 20 mm | 0–30 Vol.-% $CH_4$ (INFRA.sens) | Edelstahlrohr mit Innenvergoldung |
| AK50 | 50 mm | 0–10 Vol.-% $CH_4$ | Edelstahlrohr mit Innenvergoldung |
| AK100 / AK100G | 100 mm | 0–5 000 ppm $N_2O$ (INFRA.sens); 0–5 000 ppm $NO_2$ (ULTRA.sens) | ULTRA.sens: Edelstahlrohr mit SilcoNert® 2000-Beschichtung; INFRA.sens (AK100G): Edelstahlrohr mit Goldbeschichtung |
| AK250 / AK250G | 250 mm | 0–500 ppm CO (INFRA.sens); 0–50 ppm $SO_2$ (ULTRA.sens) | ULTRA.sens: Edelstahlrohr mit SilcoNert® 2000-Beschichtung; INFRA.sens (AK250G): Edelstahlrohr mit Goldbeschichtung |
| AK550 | 550 mm | 0–10 ppm $SO_2$ oder 0–1 ppm $O_3$ (ULTRA.sens) | Edelstahlrohr mit SilcoNert® 2000-Beschichtung |

*Tabelle 5: Verfügbare Analysenküvetten (Zusatz „G“ = goldbeschichtete INFRA.sens-Küvette)*

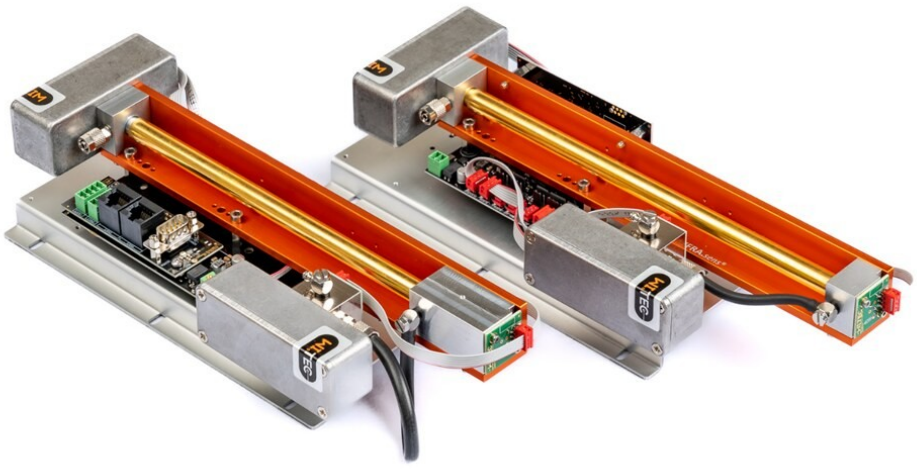


*Abbildung 2: INFRA.sens mit drei unterschiedlichen Küvettenlängen*

### 3.2.2 Druck- und Temperaturkompensation

Gasdruck und Gastemperatur beeinflussen die Gasdichte und damit die Anzeige. Sensoren erfassen Gasdruck, Gastemperatur und Umgebungstemperatur und leiten die Werte an das Basisboard weiter, das deren Einfluss kompensiert. Verbleibende Restfehler:

| | Temperatur | Druck |
|---|---|---|
| Kompensationsbereich | 5–45 °C | 600–1 200 hPa |
| Nullpunkt | < 1 % MBEW / 10 K | kein Einfluss |
| Endpunkt | < 1 % MBEW / 10 K | < 0,1 % vom Messwert / 10 hPa |

*Tabelle 6: Spezifizierte Restfehler nach der Kompensation*

## 3.3 ULTRA.sens® (NDUV)

Der ULTRA.sens arbeitet ähnlich wie der INFRA.sens, jedoch im ultravioletten Spektralbereich von 200 bis 450 nm (NDUV-Verfahren). Hier haben NO, $NO_2$, $SO_2$, $H_2S$, $Cl_2$ und $O_3$ sehr starke Absorptionsbanden. Wasserdampf, $CO_2$ und Kohlenwasserstoffe stören im UV-Bereich nicht.

Strahlungsquellen sind langzeitstabile UV-LEDs; für die NO/$H_2S$-Messung gibt es zusätzlich eine elektrodenlose Gasentladungslampe (EDL), die nahezu selektiv für NO strahlt. Ein Strahlteiler koppelt einen definierten Teil der Strahlung auf den Referenzdetektor aus. So werden Intensitätsänderungen der Quelle, z. B. durch Alterung, vollständig kompensiert.

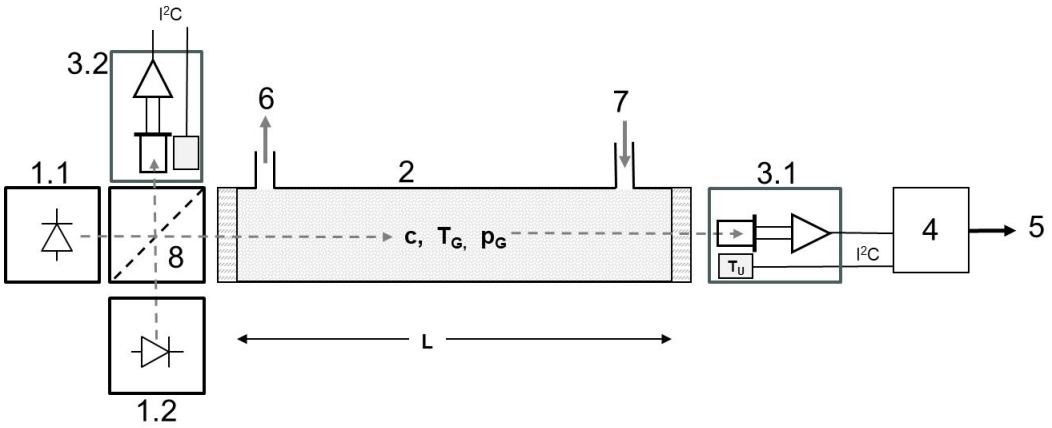



*Abbildung 3: Prinzip der NDUV-Messung mit dem ULTRA.sens: 1.1 und 1.2 UV-LEDs, 2 Analysenküvette, 3.1 Messdetektor, 3.2 Referenzdetektor, 4 Basisboard, 5 Signalausgänge/Schnittstellen, 6 Gasausgang, 7 Gaseingang, 8 Strahlteiler*

Der Messbereich wird über die Küvettenlänge (standardmäßig AK100 und AK250) und die Wahl der Messwellenlänge angepasst. Mit zwei unterschiedlichen UV-LEDs misst der ULTRA.sens zwei Gase gleichzeitig, typisch $SO_2$ und $NO_2$. Die $NO_2$-Messung dient dabei auch zur Kompensation der $NO_2$-Querempfindlichkeit auf $SO_2$.

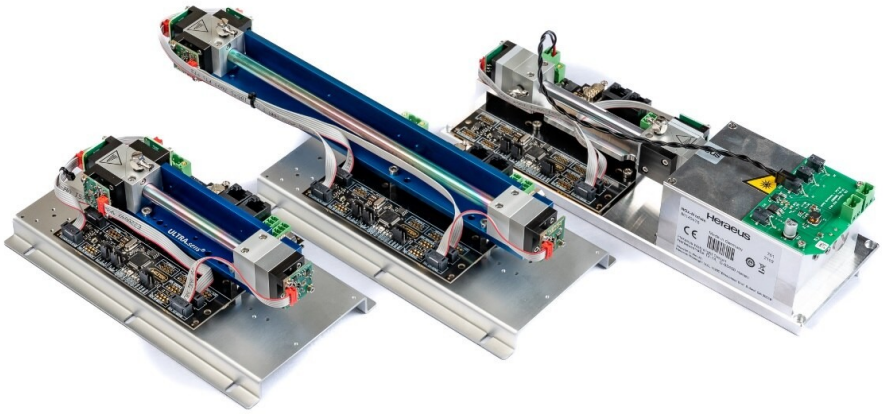


*Abbildung 4: ULTRA.sens-Ausführungen: links AK100 mit 2 Messkanälen, Mitte AK250 mit 2 Messkanälen, rechts AK100 mit EDL-Strahler und 1 Messkanal*

### 3.3.1 ULTRA.sens® / INFRA.sens® processline

Die korrosionsfeste Ausführung processline ist für korrosive Gase wie $Cl_2$, $H_2S$ oder hohe $SO_2$-Konzentrationen vorgesehen. Sie gibt es für ULTRA.sens und INFRA.sens (Kapitel 4.4).

Bei dieser Ausführung wird die Analysenküvette gegen eine prozesssichere Messkammer ausgetauscht. Standardwerkstoff ist Edelstahl 1.4571; weitere Werkstoffe auf Anfrage.

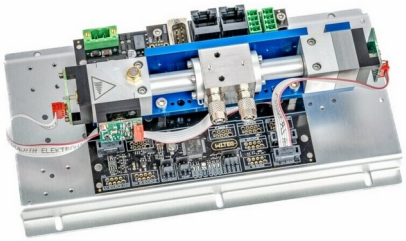


*Abbildung 5: ULTRA.sens processline*

## 3.4 KOMBI.sens®

Der KOMBI.sens kombiniert INFRA.sens- und/oder ULTRA.sens-Messbänke an einem gemeinsamen Basisboard. Er misst bis zu 4 Gaskanäle im IR- und/oder UV-Bereich, z. B. $SO_2$ und $NO_2$ (ULTRA.sens) und CO (INFRA.sens). Optional kommen Sauerstoff (O2.sens) und Gasfeuchte (HUMI.sens®) hinzu.

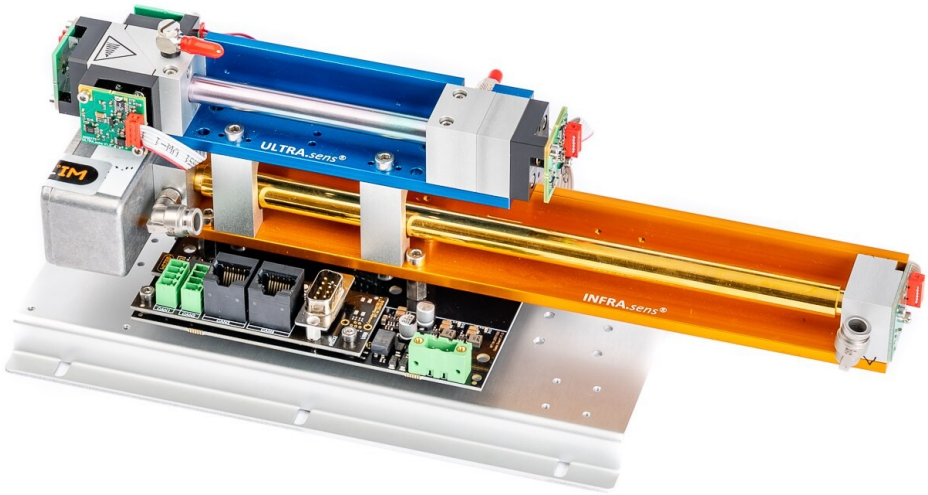



*Abbildung 6: KOMBI.sens aus INFRA.sens und ULTRA.sens*

## 3.5 HUMI.sens®

Der HUMI.sens misst die Gasfeuchte mit einem kapazitiven Polymer-Feuchtesensor. Er sitzt in einem Aluminiumblock, der mit 0,1–1,5 l/min Messgas durchströmt wird. Wasserdampf lagert sich in die hygroskopische Polymerschicht zwischen zwei Elektroden ein und ändert deren Dielektrizitätskonstante; die Kapazität steigt nahezu linear mit der Feuchte. Der Vorgang ist reversibel.

Ersatzteil: HUMI.sens Replacement Set, Art.-Nr. 2003896.

> **Information**
> Für Feuchtemessungen empfehlen wir die Verwendung von PTFE-Schläuchen bzw. Edelstahlverrohrung (Kapitel 6.1).

### 3.5.1 Ausgabegrößen und Feuchtekompensation

Der HUMI.sens stellt die Feuchte in mehreren Einheiten bereit. Alle Werte stehen parallel zur Verfügung und lassen sich über einzelne Befehle der Schnittstelle (Kommunikationshandbuch) oder mit dem MARS®-Tool auslesen:

| Ausgabegröße | Einheit |
|---|---|
| Absolute Feuchte | g/m³ |
| Relative Feuchte | % r. F. |
| $H_2O$-Konzentration | ppm |
| Taupunkt des Gases | °C |
| Temperatur des Feuchtesensors | °C |

*Tabelle 7: Ausgabegrößen des HUMI.sens*

Der Feuchtewert kann zur Kompensation des Wasserdampfeinflusses auf die NDIR-Gaskanäle Ch1 bis Ch4 genutzt werden. Die Kompensation ist linear oder quadratisch möglich.

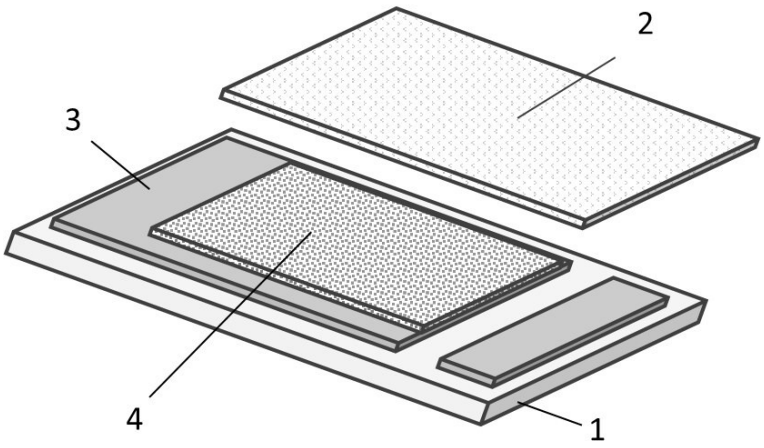



*Abbildung 7: Aufbau des Polymer-Feuchtesensors: 1 Trägerplatte aus $Al_2O_3$-Keramik, 2 gasdurchlässige Gegenelektrode, 3 Grundelektrode, 4 sensitive Polymerschicht*

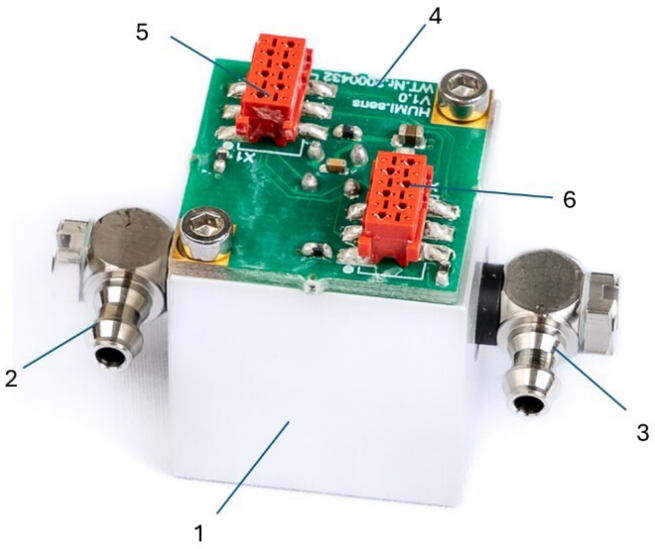



*Abbildung 8: Aufbau des HUMI.sens: 1 Aluminiumblock zur Gasführung, 2 Gaseingang, 3 Gasausgang, 4 Auswerteelektronik, 5 Stecker 6-polig zur Verbindung mit dem Basisboard, 6 Stecker 6-polig zum Anschluss des Drucksensors*

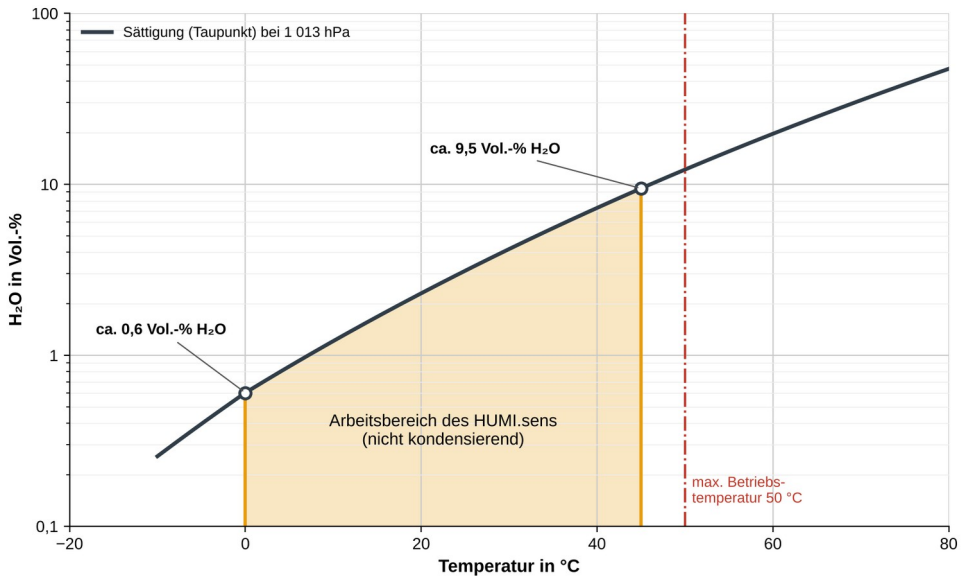



*Abbildung 9: Arbeitsbereich des HUMI.sens: Sättigungskonzentration von Wasserdampf (Taupunkt) über der Temperatur bei 1 013 hPa; maximale Betriebstemperatur 50 °C*

## 3.6 O2.sens

Der O2.sens misst Sauerstoff elektrochemisch. Sauerstoff gelangt durch eine Membran zum flüssigen Elektrolyten und reagiert dort; pro $O_2$-Molekül werden 4 Elektronen frei. Der Sensorstrom steigt linear mit der $O_2$-Konzentration. Eine durchlässigere Membran ergibt kürzere Ansprechzeiten, aber eine kürzere Lebensdauer.

Ersatzteil: O2.sens Replacement Set, Art.-Nr. 2003884.

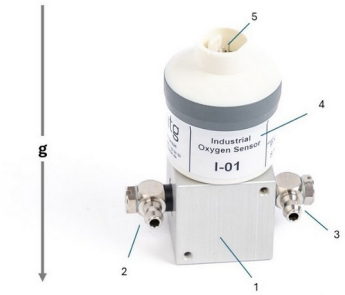



*Abbildung 10: O2.sens mit Einbaulage (g = Richtung der Schwerkraft): 1 Aluminiumblock, 2 Gaseingang, 3 Gasausgang, 4 Sensorelement mit M16-Gewinde, 5 elektrische Anschlüsse*

### 3.6.1 Lebensdauer

Die Lebensdauer des elektrochemischen $O_2$-Sensors wird durch die elektrochemischen Alterungsprozesse sowie die jeweiligen Betriebs- und Umgebungsbedingungen beeinflusst.

Die nominelle Lebensdauer des Sensors beträgt 2 000 000 Vol.-%·h $O_2$ (Sauerstoffkonzentration in Vol.-% × Betriebsdauer in Stunden). Bei einem kontinuierlichen Betrieb in Umgebungsluft mit 20,9 Vol.-% $O_2$ entspricht dies rechnerisch etwa 10,9 Jahren.

Die tatsächlich zu erwartende Lebensdauer liegt unter Referenzbedingungen im Bereich von 1 bis 6 Jahren, abhängig von den jeweiligen Anwendungsbedingungen. Der rechnerische Wert aus der nominellen Sauerstoffbelastung stellt daher keine zugesicherte Betriebsdauer dar. Die Lebensdauer umfasst auch die Lagerzeit des Sensors.

Die Alterung kann sich durch eine zunehmende Veränderung der Sensorempfindlichkeit und insbesondere gegen Ende der Lebensdauer durch einen beschleunigten Signalabfall bemerkbar machen.

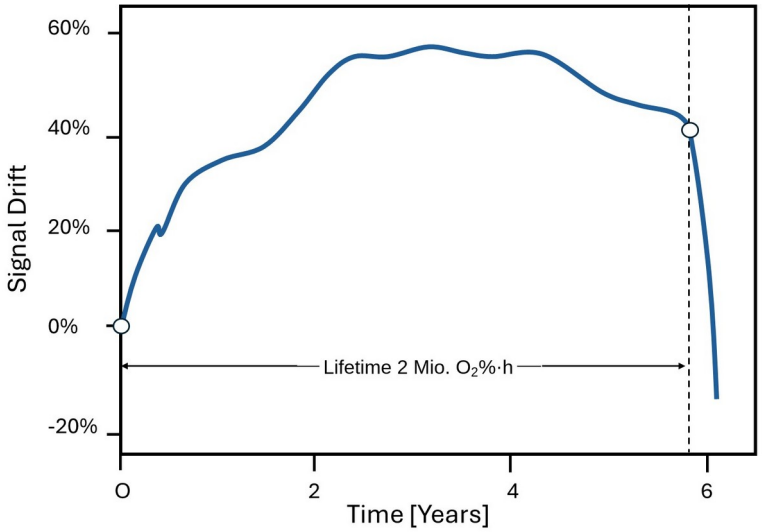



*Abbildung 11: Schematischer Verlauf der Signaländerung des $O_2$-Sensors über seine Lebensdauer ohne Nullpunkt- und Endpunktjustierung. Der tatsächliche Signalverlauf kann abhängig von den Betriebsbedingungen abweichen.*

### 3.6.2 Einfluss der Betriebsbedingungen

Die Lebensdauer wird insbesondere durch folgende Faktoren beeinflusst:

- **Temperatur:** Erhöhte Betriebstemperaturen können elektrochemische Alterungsprozesse beschleunigen und damit die Lebensdauer reduzieren.
- **Gasfeuchte:** Bei geringer relativer Feuchte kann der flüssige Elektrolyt verstärkt verdunsten. Insbesondere hohe Temperaturen in Verbindung mit trockenen Prozessgasen und erhöhtem Gasdurchfluss können die Lebensdauer verkürzen. Kondensation ist zu vermeiden.
- **Sauerstoffkonzentration:** Eine erhöhte Sauerstoffkonzentration beziehungsweise ein erhöhter Sauerstoffpartialdruck kann die elektrochemische Belastung steigern und dadurch die nutzbare Lebensdauer verringern.
- **Gaszusammensetzung:** Schädliche oder aggressive Gasbestandteile können die elektrochemischen Komponenten beeinträchtigen und zu einer vorzeitigen Alterung führen (Tabelle unten).

| Wirkung | Gase |
|---|---|
| Keine Wirkung | $CO_2$, CO, $H_2S$, $N_2$, Ar, $H_2$, $CH_4$, Propan |
| Mäßige Wirkung | $Cl_2$, FCKW, $SO_2$, $NH_3$, NO, $NO_2$ |
| Starke Wirkung | $O_3$, Aceton, MEK |

*Tabelle 8: Wirkung von Begleitgasen auf Messverhalten und Lebensdauer des O2.sens*

### 3.6.3 Abschätzung der Lebensdauer

Die nachfolgenden Kennlinien zeigen eine rechnerische Abschätzung der Sensorlebensdauer in Abhängigkeit von der Betriebstemperatur, der relativen Gasfeuchte und der Sauerstoffkonzentration.

Die Berechnung basiert auf einem vereinfachten Alterungsmodell unter Verwendung der Arrhenius-Beziehung zur Beschreibung temperaturabhängiger Alterungsprozesse sowie angenommener Einflüsse der Gasfeuchte und Sauerstoffbelastung.

Als Referenz werden eine Betriebstemperatur von 25 °C, eine relative Feuchte von 50 % und eine Sauerstoffkonzentration von 20,9 Vol.-% bei 1013 hPa zugrunde gelegt. Für diese Bedingungen wird eine modellierte Referenzlebensdauer von 5 Jahren angenommen.

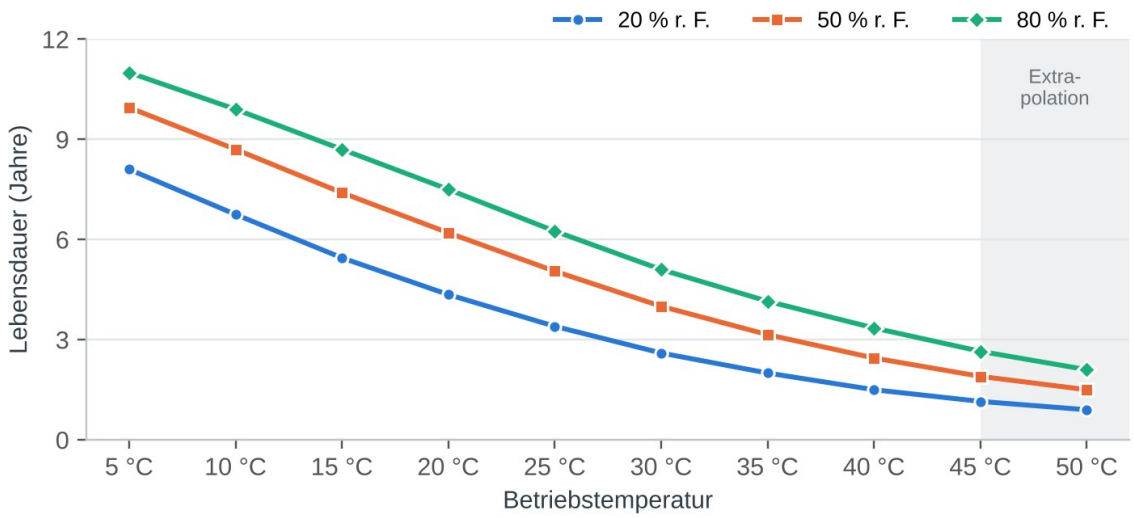



*Abbildung 12: Abgeschätzte Lebensdauer des O2.sens: Einfluss von Temperatur und relativer Feuchte bei 20,9 Vol.-% $O_2$*

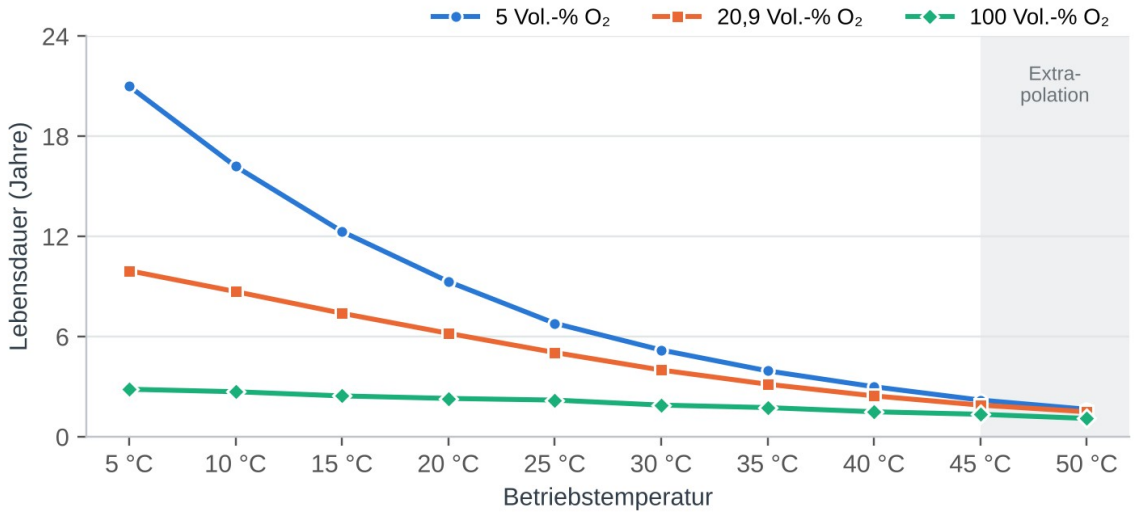



*Abbildung 13: Abgeschätzte Lebensdauer des O2.sens: Einfluss von Temperatur und $O_2$-Konzentration bei 50 % r. F.*

Die dargestellten Kennlinien dienen der vergleichenden Bewertung unterschiedlicher Betriebsbedingungen. Die zugrunde liegenden Modellparameter sind nicht durch spezifische Lebensdauerprüfungen des Sensors validiert.

Die angegebenen Lebensdauerwerte sind unverbindliche Richtwerte und stellen keine zugesicherte Mindestlebensdauer dar.

**HINWEIS**

**Betriebstemperatur des O2.sens**

Der empfohlene Betriebstemperaturbereich beträgt 15 bis 25 °C. Der spezifizierte maximale Betriebsbereich liegt zwischen 0 und 45 °C. Modellwerte oberhalb von 45 °C stellen ausschließlich mathematische Extrapolationen außerhalb der Herstellerspezifikation dar und begründen keine Freigabe für den Betrieb in diesem Temperaturbereich.

### 3.6.4 Einbaulage

Bauen Sie den O2.sens senkrecht mit der Messfläche nach unten ein. Nur so bleibt die Kathode in Kontakt mit dem Elektrolyten; Luftblasen steigen nach oben und verfälschen den Messwert nicht. In waagerechter Lage schwankt das Signal.

**Einbaulage O2.sens**

Der O2.sens muss immer senkrecht eingebaut werden. Bei einer anderen Einbaulage ist die angegebene Lebensdauer nicht mehr gewährleistet, und es kann zu Messproblemen kommen.

## 3.7 P.sens corrosive (Absolutdrucksensor 0–1,5 bar)

Der P.sens corrosive misst den absoluten Gasdruck im Messgasweg. Mit dem gemessenen Druck kompensiert das Basisboard den Druckeinfluss auf die Konzentrationsanzeige (Kapitel 3.2.2). Er ist für korrosive Messgase ausgelegt und wird in die Gasleitung des Moduls eingebunden.

Kern ist ein piezoresistiver Absolutdrucksensor mit integrierter Signalaufbereitung und digitaler I²C-Schnittstelle. Die Messzelle ist in Chip-in-Oil-Technik aufgebaut: Das lasergeschweißte Edelstahlgehäuse ist hermetisch dicht und mit Silikonöl gefüllt. Der Sensor sitzt in einem Gehäuseblock aus Edelstahl (processline-Ausführung) und wird über eine Adapterplatine an das Basisboard angeschlossen (Anschluss P.sens, siehe Kapitel 7.3).

### 3.7.1 Varianten

| Variante | Art.-Nr. | Gasanschluss |
|---|---|---|
| P.sens corrosive 0–1,5 bar, Schlauch | 2003534 | 2 × gewinkelte Einschraubverschraubung 405 6/4-M5 für Schlauch 6/4 mm |
| P.sens corrosive 0–1,5 bar, verrohrbar | 2003521 | 2 × Schwenkverschraubung SERTO SO 52824-4-M5 für Rohr 4 mm Außendurchmesser |

*Tabelle 9: Varianten des P.sens corrosive*

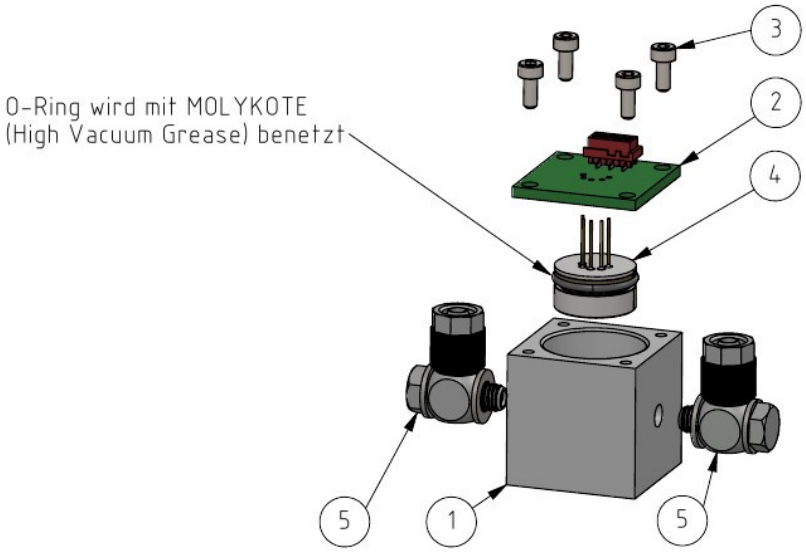



*Abbildung 14: P.sens corrosive, Variante für Schlauch 6/4 mm: 1 Gehäuseblock aus Edelstahl, 2 Adapterplatine, 3 Schrauben ISO 4762 M2,5 × 6, 4 Drucksensor (Edelstahl), 5 gewinkelte Einschraubverschraubung 6/4-M5*

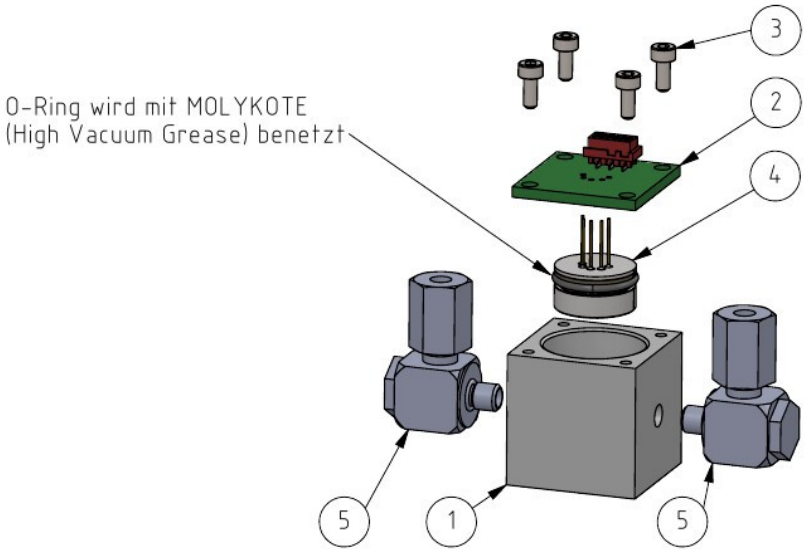



*Abbildung 15: P.sens corrosive, verrohrbare Variante: 1 Gehäuseblock aus Edelstahl, 2 Adapterplatine, 3 Schrauben ISO 4762 M2,5 × 6, 4 Drucksensor (Edelstahl), 5 Schwenkverschraubung SERTO SO 52824-4-M5 für Rohr 4 mm*

### 3.7.2 Technische Daten des Drucksensors

| Merkmal | Wert |
|---|---|
| Messprinzip | piezoresistiv, Chip-in-Oil, Silikonölfüllung |
| Messbereich | 0–1,5 bar absolut |
| Genauigkeit | max. ± 0,15 % vom Messbereichsendwert (Linearität, Hysterese, Wiederholbarkeit) |
| Gesamtfehlerband (TEB) | ± 0,5 % vom Messbereichsendwert (0–50 °C); ± 0,7 % vom Messbereichsendwert (−10–80 °C) |
| Langzeitstabilität | ± 3 mbar (Druckbereiche < 1,5 bar) |
| Überlastdruck | 4-facher Messbereich |

| Merkmal | Wert |
|---|---|
| Betriebstemperatur Sensor | −40–110 °C |
| Temperaturmessung | integriert, typ. ± 2 °C |
| Schnittstelle | I²C, Druck und Temperatur als 16-Bit-Werte; Wandlungszeit typ. 6 ms |
| Versorgung | 1,8–3,6 V über das Basisboard |
| Medienberührte Werkstoffe | Gehäuseblock und Verschraubungen: Edelstahl; Sensor: Edelstahl AISI 316L (1.4404 / 1.4435); O-Ring: FKM (Viton®) |
| Lastwechsel / Vibration / Schock | > 10 Mio. Druckzyklen / 20 g (5–2 000 Hz) / 75 g (11 ms) |

*Tabelle 10: Technische Daten des Drucksensors*

**HINWEIS**

**Beschädigung der Dichtung**

Der O-Ring zwischen Drucksensor und Gehäuseblock ist mit MOLYKOTE High Vacuum Grease benetzt. Eine trockene oder beschädigte Dichtung führt zu Undichtigkeit.

- Drucksensor nur durch geschultes Personal ausbauen.
- Nach jedem Eingriff einen Lecktest durchführen (Kapitel 6.6).

## 3.8 Produkte in Vorbereitung

NO-Sensor (elektrochemisch), CALDO.sens® und MAGNO.sens® werden in einer späteren Revision dieser Anleitung beschrieben.

## 3.9 Typenschild und Kanalbelegung

Jedes Modul trägt ein Typenschild. Es nennt Artikelnummer, Seriennummer, Device-ID und für jeden Gaskanal Ch1 bis Ch4 das Gas und den Messbereich. Die Seriennummer benötigen Sie zum Verbinden mit der PC-Software und bei Serviceanfragen.

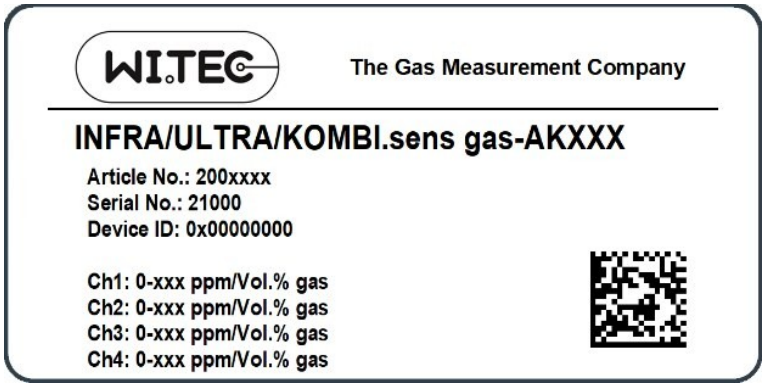



*Abbildung 16: Typenschild (Beispiel)*

# 4 Ausführungen

## 4.1 Montageplatte

Optische Bank und Basisboard sind auf einer Montageplatte aus eloxiertem Aluminium montiert. Die Platte hat 6 Bohrungen für M4-Schrauben.

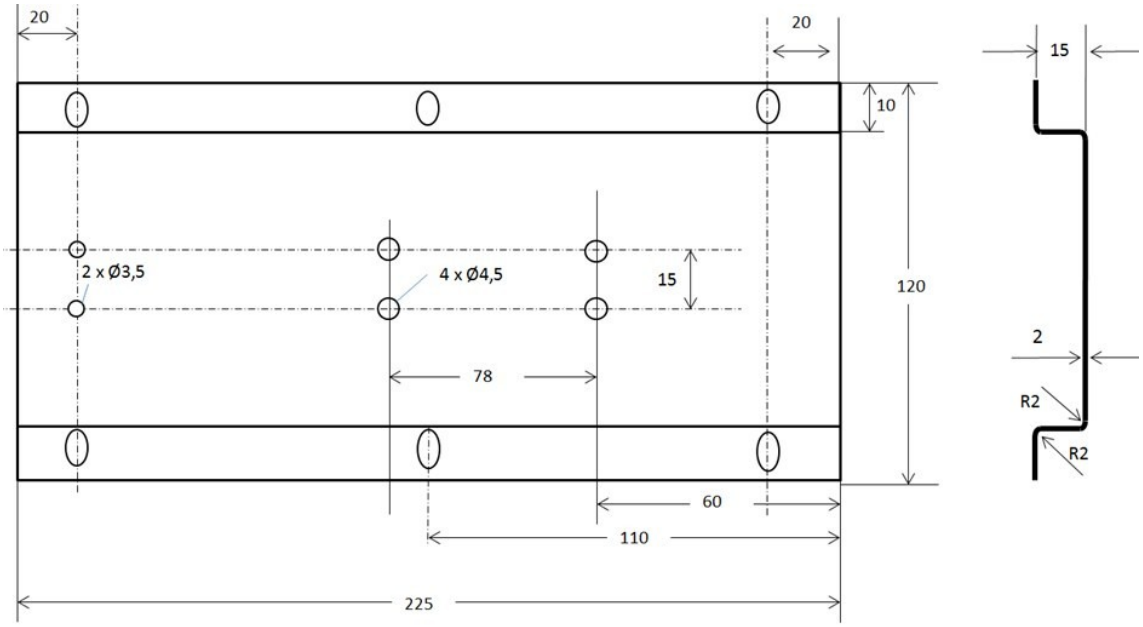



*Abbildung 17: Abmessungen der Montageplatte*

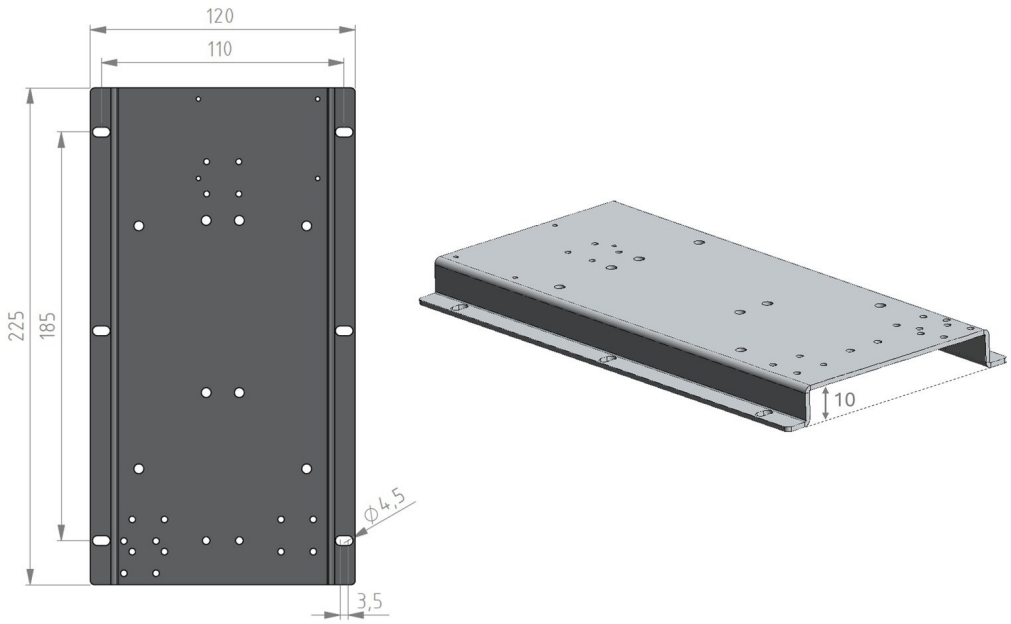



*Abbildung 18: Halteplatte (Zeichnung)*

## 4.2 Thermobox V5

Die Thermobox ist ein wärmeisolierendes Gehäuse für das Gasmessmodul. Sie kann optional beheizt und bis 55 °C temperaturgeregelt werden. Mit Heizung benötigt sie eine Versorgung von 24 VDC (15–30 V) mit mindestens 2 A.

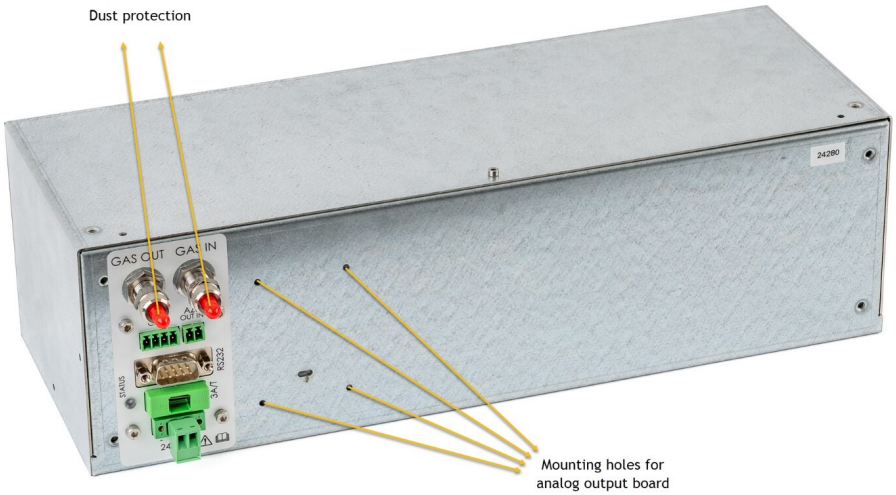



*Abbildung 19: Thermobox V5*

Die elektrischen Anschlüsse der Thermobox V5 und ihre Pinbelegung sind in Kapitel 7.3.5 und 7.3.6 beschrieben.

**Sicherung:** Als Ersatz nur G-Sicherungseinsatz ESKA 522.022, 3,15 A, 250 V verwenden.

### 4.2.1 Gasanschlüsse

| Ausführung | Gasanschluss außen | Interne Gasführung |
|---|---|---|
| Standard | Edelstahl-Anschlüsse für Schlauch 4/6 mm | FKM-Schlauch |
| Verrohrt (Option) | SERTO-Einschraubverschraubung SO 51124-4-M5 für Edelstahlrohr 4 mm Außendurchmesser | Edelstahlverrohrung |

*Tabelle 11: Gasanschlüsse der Thermobox V5*

| Merkmal | SERTO SO 51124-4-M5 |
|---|---|
| Bauform | gerade Einschraubverschraubung METR |
| Art.-Nr. SERTO | 058.1143.080 |
| Rohraußendurchmesser | 4 mm |
| Einschraubgewinde | M5 (metrisch, zylindrisch) |
| Überwurfgewinde | M8 × 1,0 |
| Schlüsselweiten | SW 10 / SW 8 |
| Nenndruck | PN 200 bar |
| Werkstoff | Edelstahl 1.4571 |

*Tabelle 12: Technische Daten der SERTO-Verschraubung (verrohrte Ausführung)*

**Information**

Beim Einbau der SERTO-Verschraubung empfiehlt der Hersteller eine Dichtscheibe (z. B. SO 40507 METR); sie ist separat zu bestellen.

### 4.2.2 Abmessungen und Bohrbild

Die Thermobox V5 gibt es für horizontalen und für vertikalen Einbau. Zur Befestigung beim Kunden dienen Gewindebohrungen M4 (max. 4 mm Einschraubtiefe).

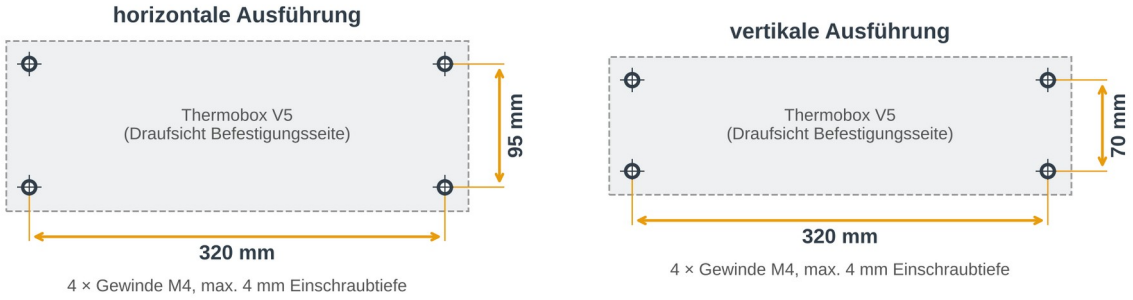



*Abbildung 20: Bohrbild der Thermobox V5: Lochabstand 95 × 320 mm (horizontale Ausführung) und 70 × 320 mm (vertikale Ausführung), jeweils 4 × M4*

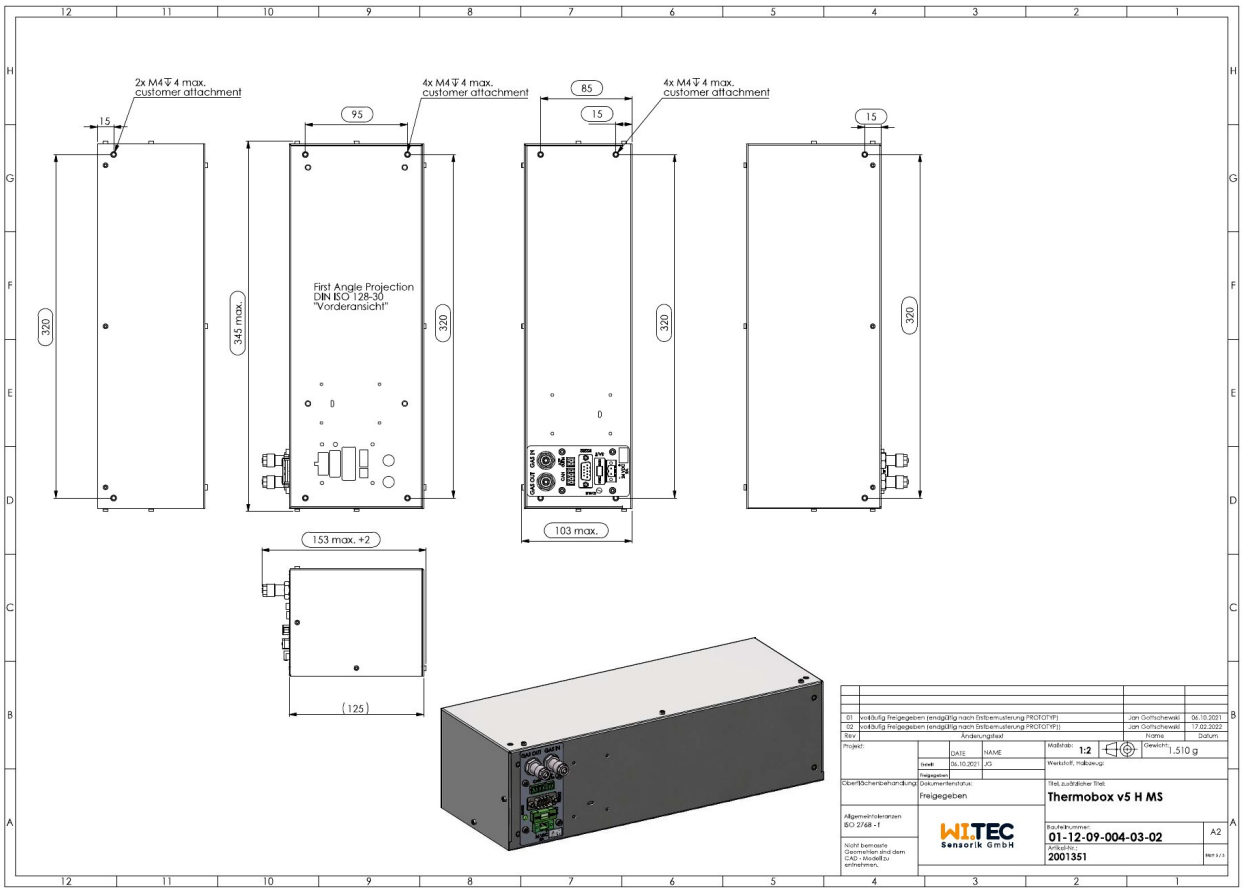



*Abbildung 21: Abmessungen und Bohrbild Thermobox V5, horizontale Ausführung*

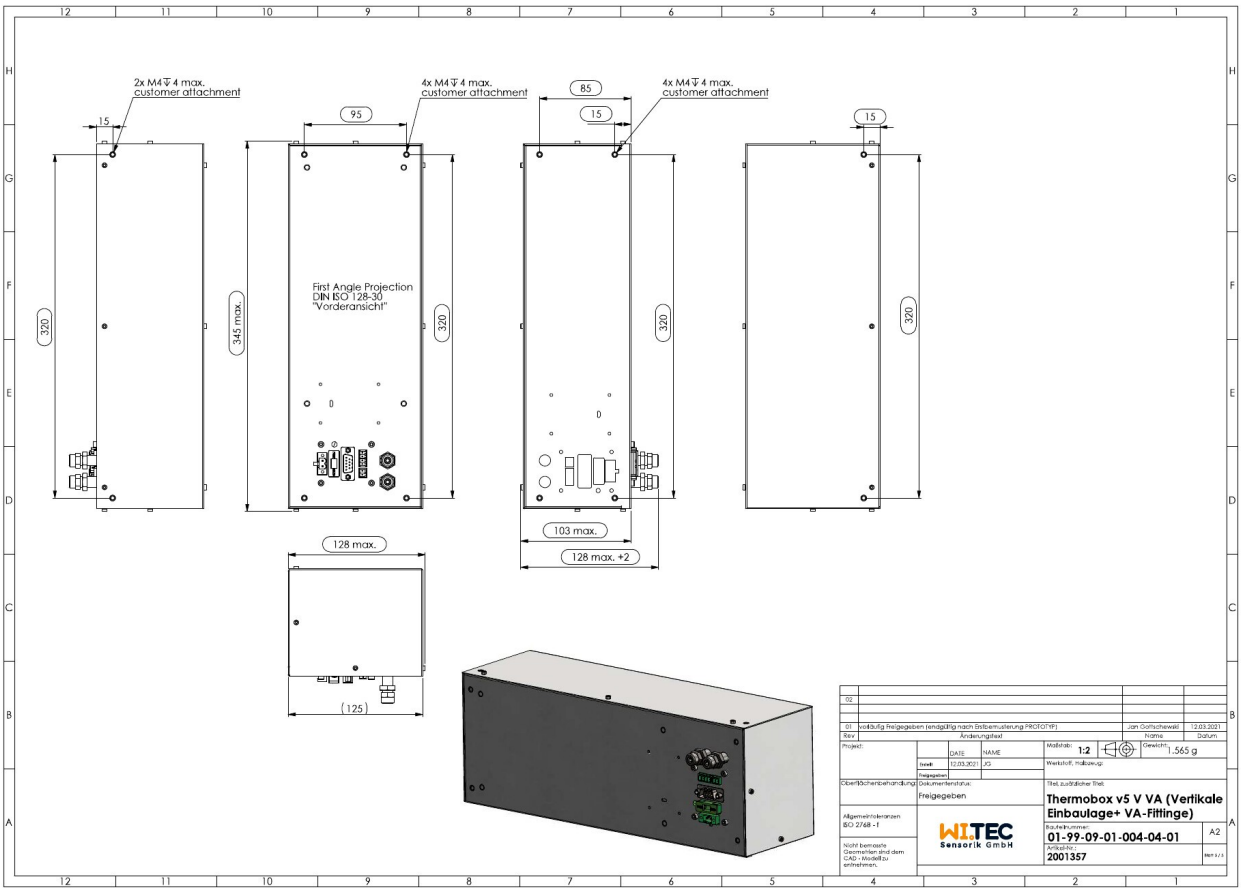



*Abbildung 22: Abmessungen und Bohrbild Thermobox V5, vertikale Ausführung*

**HINWEIS**

**Öffnen der Thermobox**

Beim Öffnen werden die Wi.Tec-Siegel zerstört; die Gewährleistung erlischt, sofern nichts anderes vereinbart ist.

▶️ Thermobox nur durch geschultes Personal nach Serviceanleitung und nur in staubfreier Umgebung öffnen.

## 4.3 Thermostatisierung

Eine stabile Modultemperatur verbessert die Messgenauigkeit. Am besten wird die Umgebung oder das Modul selbst auf etwa 40–50 °C temperiert, z. B. mit der beheizten Thermobox oder der optionalen, werkseitig eingebauten Modulheizung.

Die optische Bank (Strahler, Küvette, Detektor) soll außer über die Montageplatte keinen Kontakt zu anderen Bauteilen haben, z. B. Gehäusewänden, Kabeln oder Wärmequellen. Solche Kontakte leiten Wärme ab oder zu, erzeugen Temperaturunterschiede entlang der Messbank und können zu Messwertdrift führen.

Je nach Modul und Küvette ist die Heizleistung unterschiedlich:

| Modul / Küvette | Heizleistung |
|---|---|
| INFRA.sens AK2, AK5 | max. 10 W |
| INFRA.sens AK20 | 30 W |
| INFRA.sens AK100G, AK250G | 30 W |
| ULTRA.sens NOx/$SO_2$ in der Thermobox (TBH) | 30 W |

*Tabelle 13: Heizleistung der Modulheizung*

Die Aufheizdauer bis zum Erreichen der Solltemperatur beträgt ca. 30 Minuten bei einer Starttemperatur von 25 °C. Bei niedrigerer Starttemperatur verlängert sie sich entsprechend.

Heizung und Heizungsregler sind eine werkseitige Option des Moduls. Sie werden ab Werk eingebaut und eingestellt und sind nicht separat bestellbar.

## 4.4 Korrosionsfeste Ausführung (processline)

Die processline-Ausführung gibt es für den INFRA.sens (IR) und den ULTRA.sens (UV). Sie ist für korrosive Messgase vorgesehen. Analysenküvette und Gasanschlüsse sind vollständig aus Edelstahl 1.4571 gefertigt; das Kürzel „VA“ in der Küvettenbezeichnung steht für die Edelstahlausführung. Weitere Werkstoffe auf Anfrage.

| Küvette | Länge | Ausführung / Beständigkeit |
|---|---|---|
| AK25VA | 25 mm | Edelstahl 1.4571; optional mit Silcolloy® 2000 ($H_2S$-beständig bis 5 Vol.-%) oder SilcoNert® 2000 ($SO_2$-beständig bis 20 Vol.-%) |
| AK50VA | 50 mm | Edelstahl 1.4571; optional mit SilcoNert® 2000 ($SO_2$-beständig bis 20 Vol.-%) |
| AK100VA | 100 mm | Edelstahl 1.4571 |
| AK200VA | 200 mm | Edelstahl 1.4571; nur ULTRA.sens |

*Tabelle 14: Gängige processline-Küvetten*

Alle processline-Küvetten gibt es mit zwei Gasanschlüssen, beide aus Edelstahl:

- direkter Schlauchanschluss 4/6 mm
- Rohranschluss für Rohr 4 mm Außendurchmesser (SERTO-Verschraubung)

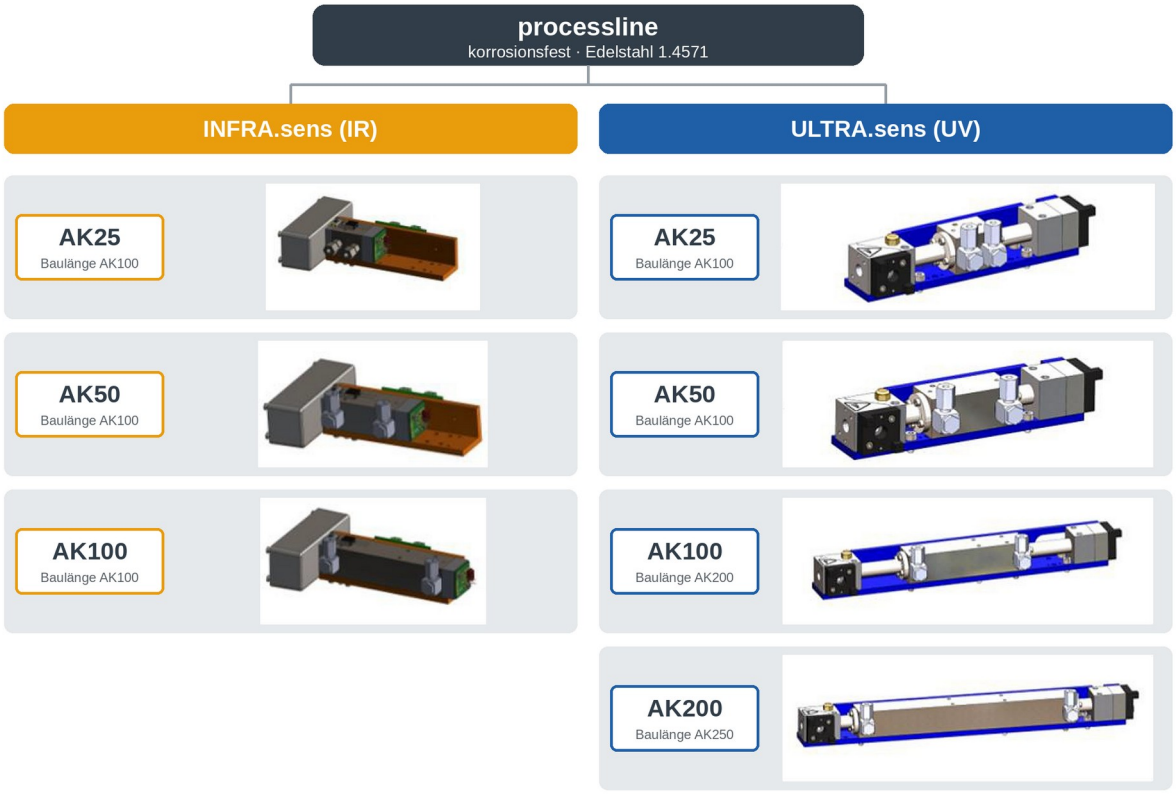



*Abbildung 23: Übersicht der processline-Ausführungen für INFRA.sens (IR) und ULTRA.sens (UV)*

## 4.5 Basisboards

Je nach Modultyp und Kaufdatum ist Ihr Gasmessmodul mit einem der folgenden Basisboards ausgestattet. Die Revision steht auf der Leiterplatte.

| Basisboard | Versorgung | Erkennungsmerkmale | Einsatz |
|---|---|---|---|
| V1.8.x | 15–30 VDC | RS232 über 10-polige Stiftleiste (CON3); externer Nullpunkt-Trigger ab V1.8.2 | ältere Module |
| V1.9.x | 15–30 VDC | RS232 über 9-polige D-Sub-Buchse (CON3); CAN über RJ45 (X1/X4) und 4-polig (X2/X3) | ULTRA.sens, KOMBI.sens, Thermobox |
| IR-compact V2.0.x | 9–30 VDC | kompakte Leiterplatte, Anschlüsse als 2,54-mm-Stiftleisten, Beschriftung direkt auf der Platine | INFRA.sens compact |

*Tabelle 15: Übersicht der Basisboards*

Fotos der Basisboards mit der Lage aller Steckverbinder finden Sie in Kapitel 7.3.

# 5 Montage

## 5.1 Umgebungsbedingungen

| Größe | Anforderung |
|---|---|
| Umgebungstemperatur | 5–45 °C, möglichst konstant |
| Relative Feuchte | < 95 %, nicht kondensierend |
| Umgebung | trocken, staubfrei, keine aggressive Atmosphäre, nicht im Freien ohne Schutzgehäuse |
| Explosionsschutz | nur nicht explosionsgefährdete Bereiche |

*Tabelle 16: Umgebungsbedingungen für den Betrieb*

## 5.2 Einbau

**Voraussetzung:** Einbauort erfüllt die Umgebungsbedingungen; Modul ist akklimatisiert (Kapitel 2.3).

1. Modul mit 6 Schrauben M4 durch die Bohrungen der Montageplatte stabil befestigen (Maße: Kapitel 4.1).
2. Modul so einbauen, dass die optische Bank (Strahler, Küvette, Detektor) außer über die Montageplatte keine anderen Bauteile berührt (z. B. Gehäusewände, Kabel, Wärmequellen) und keinen Vibrationen ausgesetzt ist. Kontakte leiten Wärme ab oder zu und können zu Messwertdrift führen (Kapitel 4.3).
3. Einbaulage festlegen und nach dem Einbau nicht mehr verändern.
4. O2.sens senkrecht mit der Messfläche nach unten ausrichten (Kapitel 3.6).
5. Gasleitungen anschließen (Kapitel 6), dann elektrisch anschließen (Kapitel 7).

✔ **Ergebnis:** Das Modul ist mechanisch befestigt und bereit für den Gasanschluss.

> **Information**
> Die Einbaulage kann den Nullpunkt verschieben. Führen Sie nach dem Einbau eine Nullpunktjustierung durch (Kapitel 10.4).

# 6 Gasanschluss

## 6.1 Schläuche und Rohre

Die Gasanschlüsse sind für flexible Schläuche mit 4 mm Innen- und 6 mm Außendurchmesser ausgelegt. Verwenden Sie Schläuche aus Viton oder PTFE (Teflon).

**HINWEIS**

**Messung von Wasserdampf ($H_2O$)**

Schläuche aus anderen Werkstoffen, z. B. Viton (FKM), sind für Wasserdampf durchlässig. Durch Diffusion durch die Schlauchwand verfälscht die Umgebungsfeuchte den Messwert – besonders bei kleinen $H_2O$-Konzentrationen.

▶️ Wasserdampf nur mit Schläuchen aus PTFE oder mit Edelstahlverrohrung messen.

**HINWEIS**

**Veränderte Gasanschlüsse**

Nach Entfernen oder Tauschen der Fittings garantiert Wi.Tec-Sensorik nicht mehr die Funktion gemäß Spezifikation.

▶️ Fittings nicht verändern.

▶️ Kundenspezifische Gasanschlüsse beim Wi.Tec-Vertrieb anfragen.

Für eine Verrohrung mit Edelstahlrohr (4 mm Außendurchmesser) ist die Thermobox V5 als verrohrte Option mit SERTO-Verschraubungen erhältlich (Kapitel 4.2.1).

## 6.2 Durchflussrichtung

Der Gaseingang liegt bei allen Modulen auf der Detektorseite: beim ULTRA.sens rechts, beim INFRA.sens links. Der Gasausgang liegt auf der Strahlerseite.

Die Durchflussrichtung hat keinen signifikanten Einfluss auf die Messgenauigkeit. Für reproduzierbare Ergebnisse ist sie jedoch fest definiert: Das Modul wird in dieser Richtung kalibriert. Schließen Sie das Messgas deshalb immer wie beschrieben an und behalten Sie die Richtung bei, auch bei Justierung und Prüfgasaufgabe.

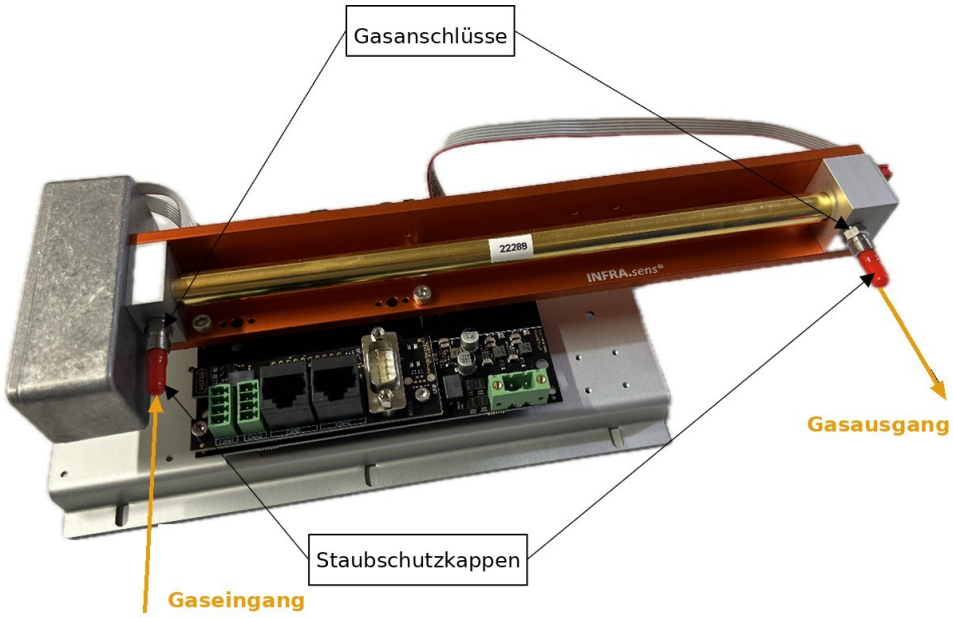



*Abbildung 24: INFRA.sens: Gaseingang auf der Detektorseite (links), Gasausgang auf der Strahlerseite (rechts); Gasanschlüsse mit Staubschutzkappen*

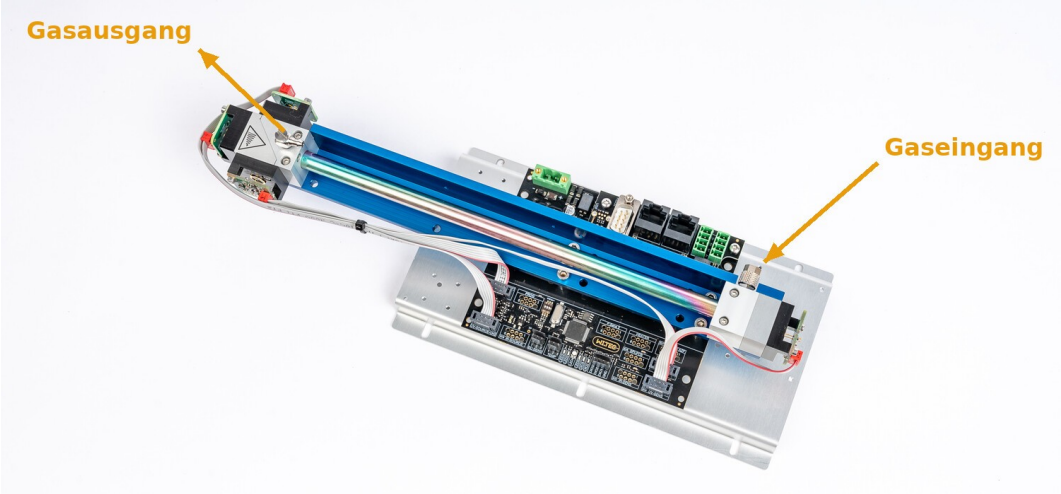



*Abbildung 25: ULTRA.sens: Gaseingang auf der Detektorseite (rechts), Gasausgang auf der Strahlerseite (links)*

## 6.3 Durchfluss

| Größe | Wert |
|---|---|
| Zulässiger Durchfluss | 0,1–1,5 l/min |
| Durchfluss bei der Werkskalibrierung | 0,7–1 l/min |
| Durchfluss für Justierung | 1 l/min (Kapitel 10) |

*Tabelle 17: Durchfluss des Messgases*

Halten Sie den Durchfluss möglichst konstant. Verwenden Sie Pumpen ohne Druckpulsation und vermeiden Sie wechselnden Gegendruck am Gasausgang. Weicht der Durchfluss im Betrieb vom Kalibrierdurchfluss ab, justieren Sie Null- und Endpunkt bei Betriebsdurchfluss.

## 6.4 Probenaufbereitung

- Messgas trocknen: Taupunkt unter 5 °C, z. B. mit elektrischem Messgaskühler oder Nafion™-Schlauch. Die Feuchte muss stabil sein.
- Partikel filtern: Filterfeinheit < 0,1 µm, z. B. Membranfilter. Filter regelmäßig prüfen und wechseln.
- Druck stabil halten: innerhalb der Spezifikation, ohne Schwankungen.

Weitere Hinweise zu Messgaskühler, Filter und Durchflussmesser enthält Anhang A.

## 6.5 Schlauchlänge und Einstellverhalten

Gase wie $SO_2$ und $NO_2$ haften an Oberflächen. Das führt zu verzögertem Ansprechen und Abklingen (Hang-up-Effekt). Verwenden Sie Viton- oder PTFE-Schläuche, halten Sie Leitungen kurz und warten Sie bei Justierungen ausreichend, bis der Messwert stabil ist.

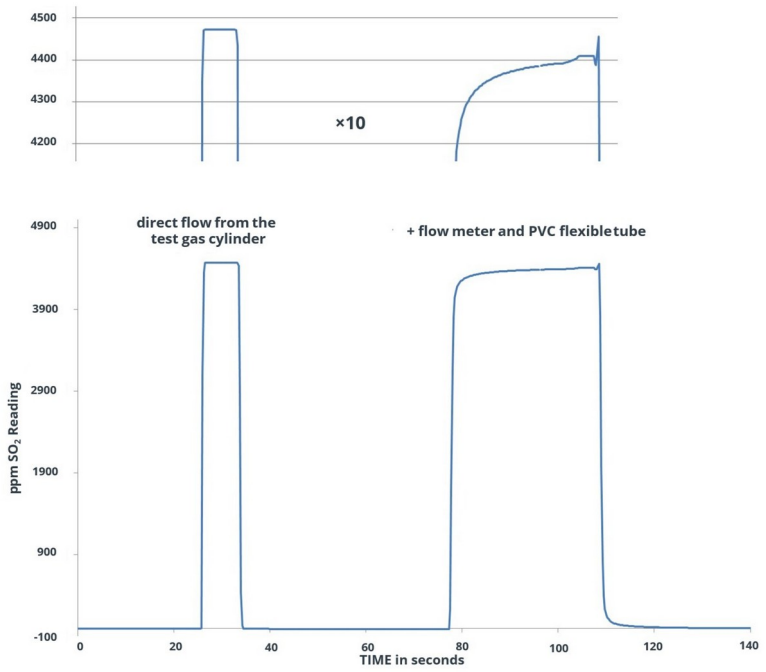



*Abbildung 26: Ansprechverhalten bei direkter Gasaufgabe aus der Prüfgasflasche (links) und über Durchflussmesser und PVC-Schlauch (rechts)*

Jeder Meter Leitung verlängert die Totzeit, also die Zeit, bis eine Konzentrationsänderung am Leitungsanfang das Modul erreicht. Die Totzeit ergibt sich aus Leitungsvolumen und Durchfluss: $t = \pi \cdot (d/2)^2 \cdot L / Q$. Bei 4 mm Innendurchmesser enthält jeder Meter Schlauch 12,6 ml Gas; bei 1 l/min entspricht das rund 0,75 s Totzeit pro Meter.

| Schlauchlänge (m) | Leitungsvolumen (ml) | Totzeit bei 1 l/min (s) |
|---|---|---|
| 1 | 12,6 | 0,8 |
| 2 | 25,1 | 1,5 |
| 3 | 37,7 | 2,3 |
| 4 | 50,3 | 3,0 |
| 5 | 62,8 | 3,8 |
| 6 | 75,4 | 4,5 |

| Schlauchlänge (m) | Leitungsvolumen (ml) | Totzeit bei 1 l/min (s) |
|---|---|---|
| 7 | 88,0 | 5,3 |
| 8 | 100,5 | 6,0 |
| 9 | 113,1 | 6,8 |
| 10 | 125,7 | 7,5 |
| 15 | 188,5 | 11,3 |
| 20 | 251,3 | 15,1 |
| 30 | 377,0 | 22,6 |
| 50 | 628,3 | 37,7 |

*Tabelle 18: Totzeit in Abhängigkeit von der Schlauchlänge (Innendurchmesser 4 mm, Durchfluss 1 l/min)*

**Information**

Die Werte gelten für ideale Pfropfenströmung. Die tatsächliche Ansprechzeit (t90) ist länger: Hinzu kommen das Volumen von Filter, Kühler und Küvette sowie Durchmischung und Haftung des Gases an der Schlauchwand.

Die Totzeit ist umgekehrt proportional zum Durchfluss: Bei 0,5 l/min verdoppelt sie sich, bei 1,5 l/min sinkt sie auf zwei Drittel.

## 6.6 Lecktest

Jedes Gasmessmodul wird bei Wi.Tec-Sensorik zweistufig auf Dichtheit geprüft: einmal während der Montage und ein zweites Mal vor dem Versand. Beide Prüfungen erfolgen mit dem automatisierten Lecktestgerät.

Eine regelmäßige Prüfung der Leckrate im Betrieb ist nicht unbedingt notwendig. Empfohlen wird ein Lecktest nach dem Anschließen, nach mechanischen Veränderungen am Gasweg und nach längerer Standzeit. Grenzwert: Druckabfall < 1 mbar/min bei 250 mbar Überdruck. Als Prüfgas wird Stickstoff ($N_2$) der Reinheit 5.0 empfohlen.

**Voraussetzung:** Gasversorgung abgeschaltet, Gasweg gespült.

1. Gasausgang dicht verschließen.
2. Am Gaseingang Stickstoff 5.0 über Druckminderer, Absperrventil und Manometer anschließen. Alternativ ist eine Handpumpe mit Manometer möglich, z. B. ein manuelles Blutdruckmessgerät.
3. Gasweg auf 250 mbar Überdruck bringen und Zufuhr absperren.
4. Druckabfall über 1 Minute beobachten.
5. Bei Undichtigkeit Verschraubungen prüfen und Test wiederholen.
6. Verschlüsse entfernen und Gasleitungen wieder anschließen.

✔ **Ergebnis:** Der Druckabfall liegt unter 1 mbar/min. Der Gasweg ist dicht.

> **Information**
> Bei Fragen zur Dichtheitsprüfung beim Kunden unterstützt Sie der Wi.Tec-Support (Kontakt in Kapitel 13).

## 6.7 Abgasführung

Führen Sie das Abgas bei giftigen, aggressiven oder brennbaren Messgasen über eine Abgasleitung oder Absauganlage ab (Kapitel 1.5). Die Abgasleitung darf keinen wechselnden Gegendruck erzeugen.

# 7 Elektrischer Anschluss

**HINWEIS**

**Falsche Versorgungsspannung oder Verpolung**

Das Basisboard kann zerstört werden.

- ▶ Spannung und Polarität vor dem Einschalten prüfen.
- ▶ Erst Schnittstellen anschließen, dann Versorgung einschalten.

## 7.1 Spannungsversorgung

| Ausführung | Versorgung | Stromaufnahme | Leistung |
|---|---|---|---|
| ULTRA.sens (Basisboard V1.9.2) | 24 VDC (15–30 V) | < 100 mA | < 3 W |
| INFRA.sens | 24 VDC (Bereich je Basisboard) | < 300 mA | < 9 W |
| KOMBI.sens | 24 VDC (15–30 V) | < 400 mA | < 12 W |
| Thermobox V5 mit Heizung | 24 VDC (15–30 V) | min. 2 A | 35 W |

*Tabelle 19: Versorgung und Stromaufnahme*

Steckverbinder: Basisboard V1.9.x X5 (Würth 691352710002, 5 mm, 2-polig); IR-compact V2.0.x (Würth 691304100002, 3,5 mm, 2-polig). Pin 1 = UB+, Pin 2 = UB−. Steckernetzteile 24 VDC (60 W, 100–240 VAC) sind als Zubehör erhältlich: Art.-Nr. 2003262 für Basisboard V1.8.x, V1.9.x und Thermobox, Art.-Nr. 2003137 für IR-compact V2.0.x (Kapitel 14.3).

## 7.2 Masseführung

Die Gasmessmodule werden potenzialfrei betrieben:

- Gehäuseteile und metallische Teile der Module **nicht** mit dem Schutzleiter (PE) verbinden.
- Module über ein **galvanisch getrenntes Netzteil** versorgen.
- Die Versorgungsleitung UB− **nicht** mit der GND-Leitung einer Kommunikationsschnittstelle (RS232, CAN, Modbus) verbinden.

**HINWEIS**

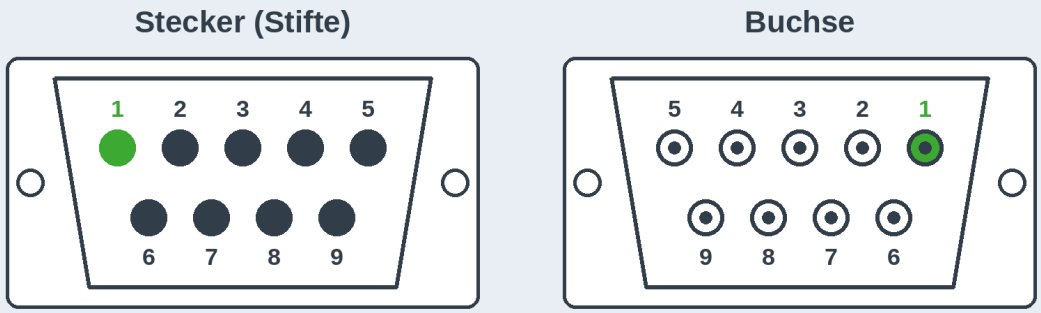
**Verbindung von UB− mit GND der Kommunikationsschnittstelle**

Werden UB− und GND der Schnittstelle außerhalb des Moduls verbunden, fließen Ausgleichsströme. Die Eingangsbeschaltung der Spannungsversorgung wird dabei teilweise überbrückt.

- ▶ UB− und Schnittstellen-GND getrennt verdrahten.
- ▶ Nur galvanisch getrennte Netzteile verwenden.

**Pinbelegung und Zählweise D-Sub-9 (DE-9)**

Die Kontakte werden auf der Steckseite gezählt: In der breiten Reihe liegen Pin 1 bis 5, in der schmalen Reihe Pin 6 bis 9. Beim Stecker (Stifte) wird von links nach rechts gezählt, bei der Buchse spiegelbildlich von rechts nach links. Die Ziffern sind meist klein in den Isolierkörper eingeprägt.




Ansicht auf die Steckseite — Ansicht auf die Steckseite

Beim Zusammenstecken liegen gleiche Pinnummern aufeinander (Pin 1 auf Pin 1). Ist der Steckverbinder um 180° gedreht eingebaut (breite Reihe unten, wie an der Thermobox V5), liegt Pin 1 beim Stecker unten rechts. Die gerätespezifische Belegung entnehmen Sie den Tabellen der jeweiligen Schnittstelle.

## 7.3 Schnittstellen der Basisboards

### 7.3.1 Basisboard V1.9.x

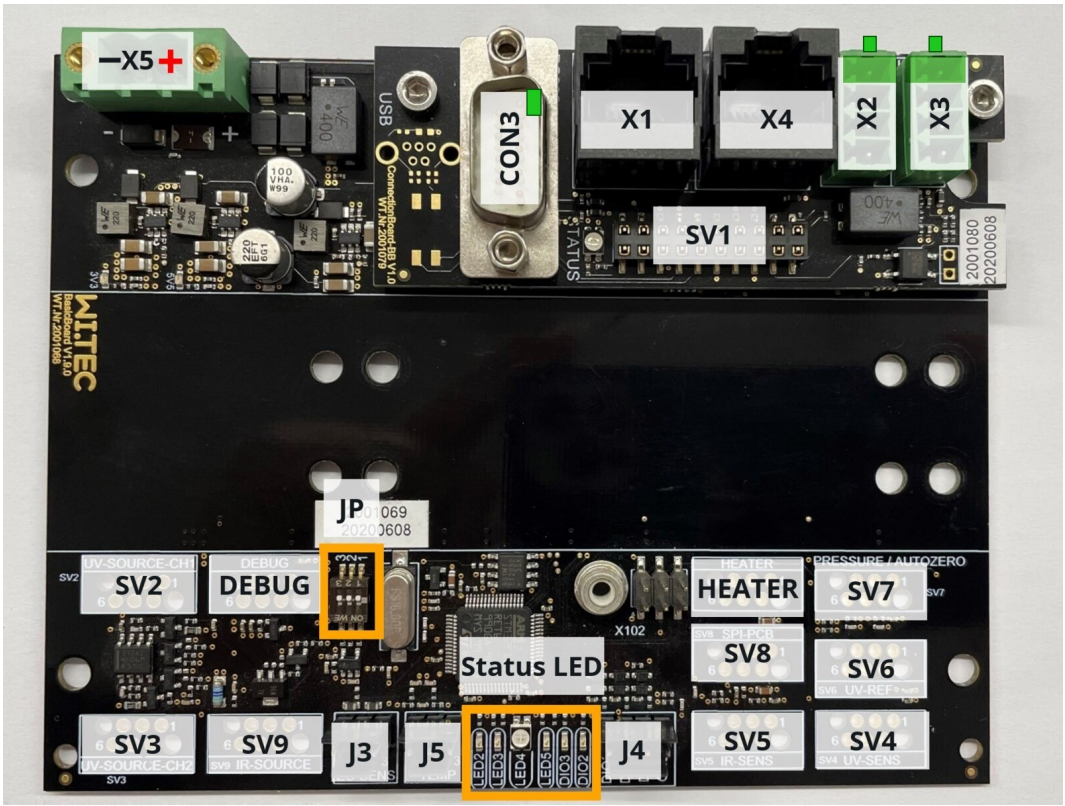



*Abbildung 27: Basisboard V1.9.x – Lage der Steckverbinder (Pin 1 grün markiert)*

| Anschluss | Funktion | Belegung / Hinweis |
|---|---|---|
| X5 | Spannungsversorgung | 15–30 VDC; Pin 1 UB+, Pin 2 UB− |
| CON3 | RS232 | D-Sub 9-polig Buchse, 115 200 Baud; Pin 2 TxD (Ausgang), Pin 3 RxD (Eingang), Pin 5 GND |
| X1, X4 | CAN-Bus (RJ45) | Pin 1 GND, Pin 4 CAN-H, Pin 5 CAN-L; zwei Buchsen parallel zum Durchschleifen |
| X2, X3 | CAN-Bus (4-polig, 3,5 mm) | Pin 1 GND, Pin 2 CAN-L, Pin 3 CAN-H |
| J3 | Eingang elektrochemischer Sensor (O2.sens) | Pin 1 Signal, Pin 2 GND, Pin 3 GND-Filter |
| J4 | Digitale Ein-/Ausgänge | Pin 1 DIO1 externer Nullpunkt-Trigger (mind. 4 s Low), Pin 2 DIO2 nicht belegt, Pin 3 DIO3 AZF-Ausgang, Pin 4 GND (Kapitel 7.7) |
| J5 | Externer PT1000 (2-Leiter) | Pin 1 PT1000_1, Pin 2 GND, Pin 3 PT1000_2 |
| SV7 | Druck-/Feuchtesensor, AZF | P.sens, HUMI.sens, Ansteuerung AZF |
| SV8 | Analogausgang (Option) | für Analogausgangsplatine (Kapitel 14.2) |
| JP (DIP-Schalter) | Konfiguration O2-Sensor | für O2.sens: Schalter 1 = 0, 2 = 1, 3 = 0 |
| DEBUG | Programmierschnittstelle | Firmware-Update; Kabel bei Wi.Tec anfragen |

*Tabelle 20: Anschlüsse Basisboard V1.9.x*

### 7.3.2 Basisboard IR-compact V2.0.x

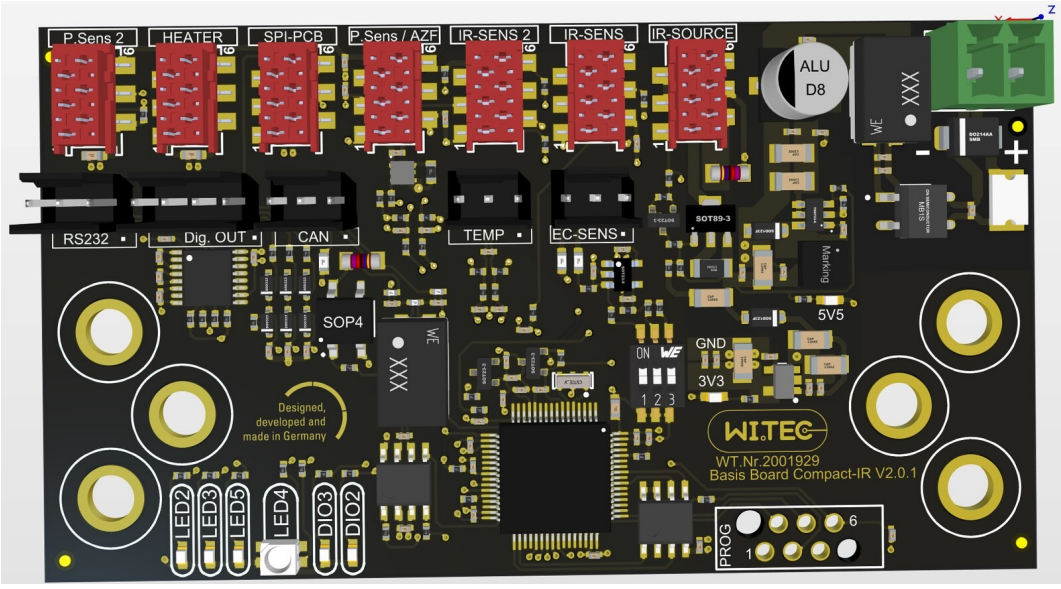



*Abbildung 28: Basisboard IR-compact V2.0.x – die Steckverbinder sind direkt auf der Platine beschriftet*

| Anschluss | Funktion | Belegung / Hinweis |
|---|---|---|
| Power | Spannungsversorgung | 9–30 VDC, 3,5 mm, 2-polig; Pin 1 UB+, Pin 2 UB− |
| RS232 | RS232 (2,54 mm, 3-polig) | Pin 1 RxD (Eingang), Pin 2 TxD (Ausgang), Pin 3 GND |

| Anschluss | Funktion | Belegung / Hinweis |
|---|---|---|
| CAN | CAN-Bus (2,54 mm, 3-polig) | Pin 1 CAN-L, Pin 2 CAN-H, Pin 3 GND |
| Dig.OUT | Digitale Ein-/Ausgänge (2,54 mm, 4-polig) | Pin 1 DIO1 externer Nullpunkt-Trigger (mind. 4 s Low), Pin 2 DIO2 reserviert, Pin 3 DIO3 AZF-Ausgang, Pin 4 GND (Kapitel 7.7) |
| TEMP | Externer PT1000 (2-Leiter) | Pin 1 PT1000_1, Pin 2 GND, Pin 3 PT1000_2 |
| EC-SENS | Eingang elektrochemischer Sensor | Pin 1 Signal, Pin 2 GND, Pin 3 GND-Filter |
| P.sens/AZF, P.sens2 | Druck-/Feuchtesensor, AZF | P.sens2 = optionaler zweiter Drucksensor |
| SPI-PCB | Analogausgang (Option) | 0–10 V / 0–5 V / 0–2 V |
| DIP-Schalter | Konfiguration EC-Sensor | für externen EC-Sensor: Schalter 1 aus, 2 ein, 3 aus |
| PROG | Programmierschnittstelle | Firmware-Update; Kabel bei Wi.Tec anfragen |

*Tabelle 21: Anschlüsse Basisboard IR-compact V2.0.x*

### 7.3.3 Basisboard V1.8.x

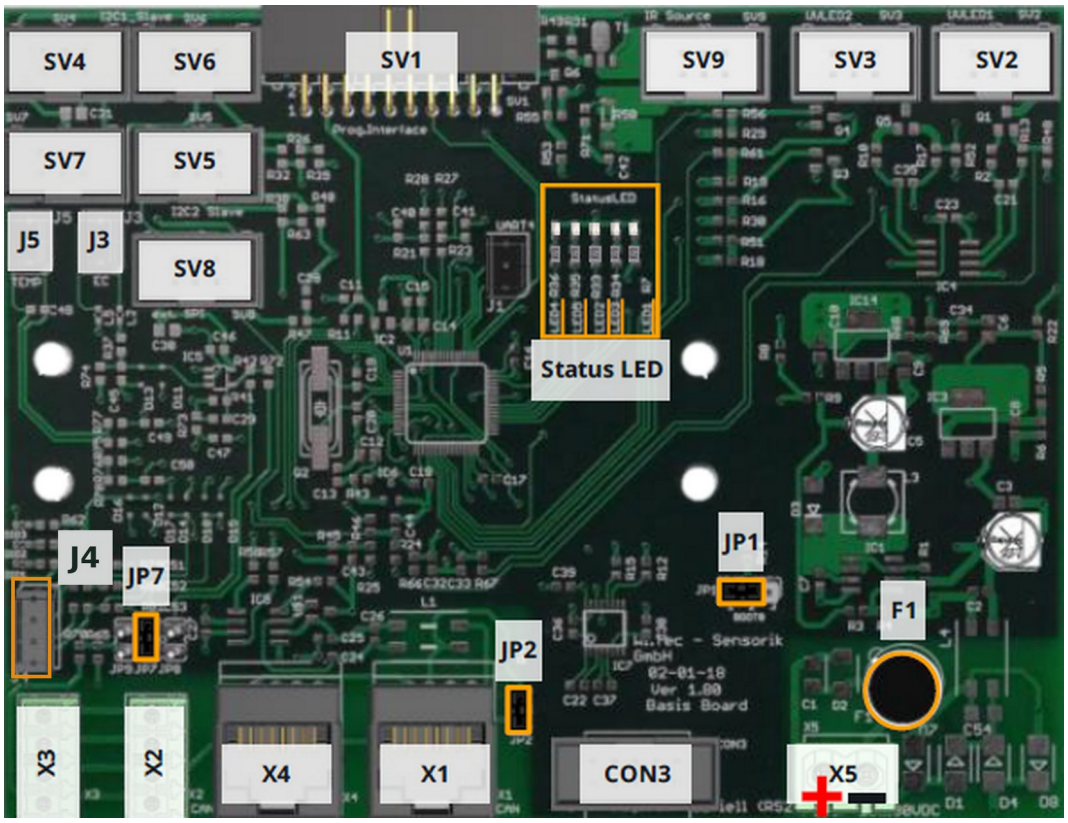



*Abbildung 29: Basisboard V1.8.x – Lage der Steckverbinder*

| Anschluss | Funktion | Belegung / Hinweis |
|---|---|---|
| X5 | Spannungsversorgung | 15–30 VDC; Pin 1 UB+, Pin 2 UB− |
| CON3 | RS232 | 10-polige Stiftleiste (Würth 61201023021, 2,54 mm), 115 200 Baud; Pin 3 TxD, Pin 5 RxD, Pin 8 +3,3 V, Pin 9 GND |
| X1, X4 | CAN-Bus (RJ45) | Belegung wie Basisboard V1.9.x |
| X2, X3 | CAN-Bus (4-polig) | Belegung wie Basisboard V1.9.x |
| J3 | Eingang elektrochemischer Sensor (O2.sens) | Pin 1 Signal, Pin 2 GND, Pin 3 GND-Filter |
| J4 (ab V1.8.2) | Digitale Ein-/Ausgänge | Pin 1 DO1, Pin 2 DO2, Pin 3 DI1 Nullpunkt-Trigger (mind. 4 s gegen GND), Pin 4 GND |
| J5 | Externer PT1000 (2-Leiter) | Pin 1 PT1000_1, Pin 2 GND, Pin 3 PT1000_2 |
| SV1 | Programmierschnittstelle (ST-LINK) | 3,3 V, GND, RESET |
| SV2, SV3 | UV-LED 1 / UV-LED 2 | Ansteuerung der UV-Strahlungsquellen |
| SV4 | UV-Detektorplatine | Messkanal |
| SV5, SV6 | UV/IR-Detektorplatine | Messkanäle |
| SV7 | Druck-/Feuchtesensor (Option) | Eingang P.sens / HUMI.sens |
| SV8 | Analogausgang (Option) | Analogausgangsplatine 0–10 V / 0–5 V / 0–2 V |
| SV9 | IR-Strahler | Pin 1 Steuerung, Pin 2 GND, Pin 3/5 V_Lampe+, Pin 4/6 V_Lampe− |
| JP1 | Jumper | – |
| JP2 | Jumper | Zuschalten des CAN-Busabschlusses 120 Ω |
| JP7 | Jumper | erforderlich für O2-Sensor |
| F1 | Sicherung | Kleinstsicherung, rund, träge (T), 1 A, z. B. ESKA 887.100 |

*Tabelle 22: Anschlüsse Basisboard V1.8.x*

| LED | Bedeutung |
|---|---|
| LED1 | Versorgung 3,3 V |
| LED2 | Systemtakt, blinkt mit 1 Hz |
| LED3 | I²C-Kommunikation mit Sensoren |
| LED4 | nicht belegt |
| LED5 | RS232-Kommunikation |

*Tabelle 23: Status-LEDs Basisboard V1.8.x*

> **Information**
> Beim Basisboard V1.8.x liegt der Nullpunkt-Trigger auf J4 Pin 3 (DI1), bei V1.9.x und IR-compact V2.0.x auf Pin 1 (DIO1).

### 7.3.4 Connector Board MBB V1.0 (Modbus, ohne Thermobox)

Module mit Modbus-Option ohne Thermobox sind mit dem Connector Board MBB V1.0 ausgestattet. Es stellt die Modbus-RTU-Schnittstelle (RS485) über zwei RJ45-Buchsen und die RS232-Schnittstelle über eine D-Sub-Buchse bereit.

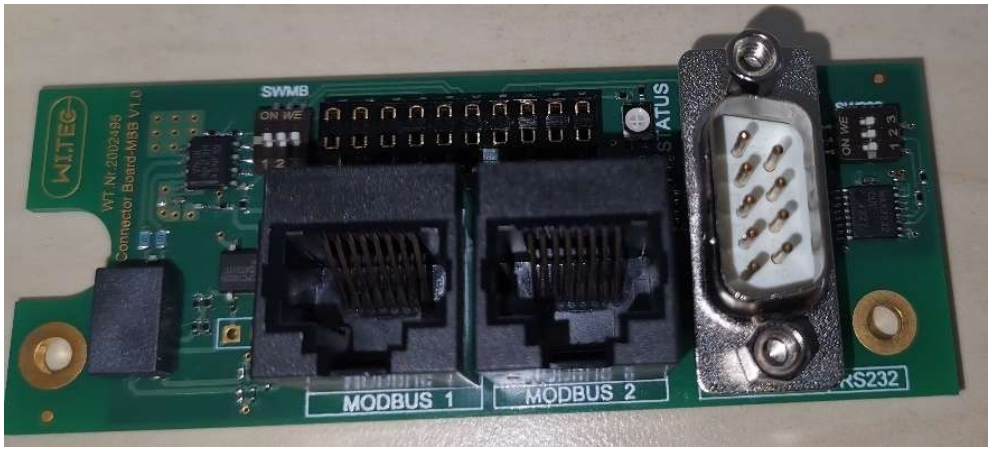



*Abbildung 30: Connector Board MBB V1.0 mit den RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2, der RS232-Buchse und den DIP-Schaltern SWMB und SW232*

Die beiden RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2 sind parallel geschaltet. So lassen sich zwei Analysatoren mit einem Standard-Patchkabel verbinden; über die freie Buchse wird die Steuerung (SPS) angeschlossen.

| Pin (RJ45) | Signal RS485 |
|---|---|
| 1, 2, 3 | nicht belegt |
| 4 | D1 (A+) |
| 5 | D0 (B−) |
| 6 | nicht belegt |
| 7 | 5 VDC – nicht anschließen |
| 8 | Common |

*Tabelle 24: Pinbelegung der RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2*

| Pin (D-Sub 9) | Signal RS232 |
|---|---|
| 2 | TxD (Ausgang) |
| 3 | RxD (Eingang) |
| 5 | GND (Schnittstelle) |
| 1, 4, 6–9 | nicht belegt |

*Tabelle 25: Pinbelegung der RS232-Buchse (D-Sub 9-polig, Buchse)*

**Umschaltung RS232/Modbus:** Das Board hat zwei DIP-Schalter, SWMB (SW1) für Modbus und SW232 (SW2) für RS232. Das Modul erkennt die Schalterstellung bei jedem Einschalten und kommuniziert mit dem passenden Protokoll.

| Betriebsart | SWMB (SW1), Pos. 1–3 | SW232 (SW2), Pos. 1–3 |
|---|---|---|
| Modbus | alle ON | alle OFF |
| RS232 | alle OFF | alle ON |

*Tabelle 26: DIP-Schalter für die Wahl der Schnittstelle*

**Busabschluss:** Ab einer Leitungslänge von ca. 30 m wird ein Abschlusswiderstand empfohlen, um Reflexionen zu vermeiden. Der auf dem Board integrierte Abschlusswiderstand (150 Ω) wird mit dem Jumper JP1 oder über RS232 zugeschaltet.

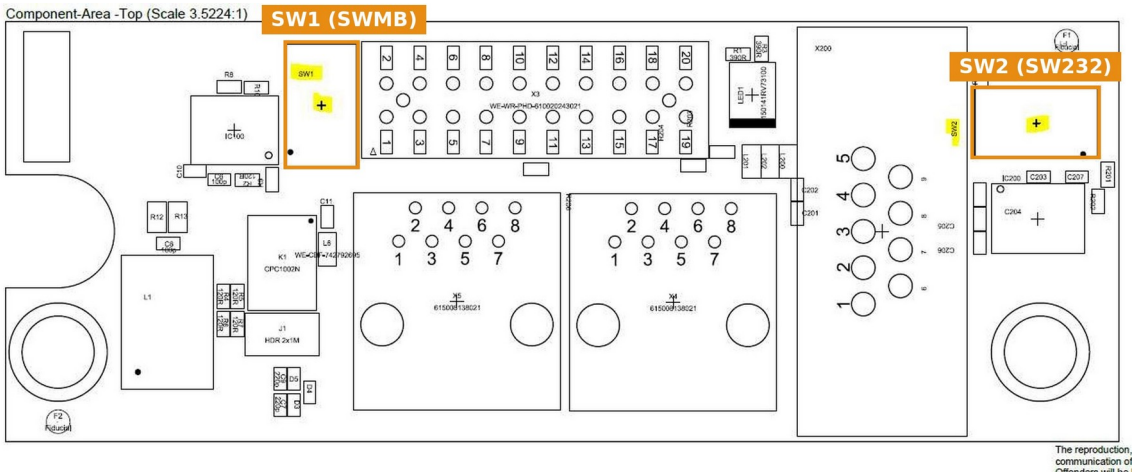



*Abbildung 31: Bestückungsplan Connector Board MBB V1.0 mit den DIP-Schaltern SW1 (SWMB, Modbus) und SW2 (SW232, RS232)*

**Information**

Modbus-Adresse ab Werk: 1. Sie lässt sich per RS232 mit dem MARS®-Tool oder über Modbus (Parameter „Slave ID Update“) ändern; danach das Modul neu starten.

Baudrate (9,6 bis 115,2 kBd) und Parität stellt Wi.Tec bei der Fertigung ein.

### 7.3.5 Thermobox V5

Bei Modulen in der Thermobox V5 erfolgen Versorgung und Kommunikation über das Anschlussfeld am Gehäuse.

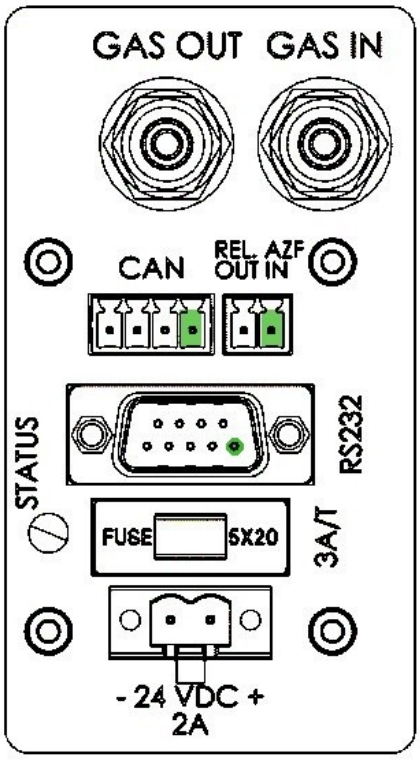



*Abbildung 32: Anschlussfeld der Thermobox V5 (Pin 1 grün markiert)*

**Information**

Zählweise der Pins: Bei den Steckern CAN und REL. AZF/Pump liegt Pin 1 rechts.

| Anschluss | Pin | Signal | Steckverbinder |
|---|---|---|---|
| 24 VDC | 1 | UB+ (+24 VDC, 15–30 V, min. 2 A) | Würth Elektronik 691352710002, 5 mm, 2-polig |
| | 2 | UB− | |
| RS232 | 2 | TxD (Ausgang) | Würth Elektronik 618009221923, D-Sub 9-polig, Buchse |
| | 3 | RxD (Eingang) | |
| | 5 | GND (Schnittstelle) | |
| CAN | 1 | GND (Schnittstelle) | Würth Elektronik 691366110004, 3,5 mm, 4-polig |
| | 2 | CAN-L | |
| | 3 | CAN-H | |
| REL. AZF/Pump | 1 | Load IN (Lastkreis CPC1002N, Pin 4) | Würth Elektronik 691304100002, 3,5 mm, 2-polig |
| | 2 | Load OUT (Lastkreis CPC1002N, Pin 3) | |

*Tabelle 27: Pinbelegung der Anschlüsse der Thermobox V5*

**REL. AZF/Pump:** Relais-Ausgang mit einem Halbleiterrelais (Solid-State-Relais CPC1002N). Das Modul schaltet damit die Auto-Zero-Funktion, z. B. die Varianten mit externer 24-V-Ansteuerung (AZF eVP, eVV, Kapitel 14.1). In der Standardausführung liegen beide Pins am Lastkreis des Relais; der Anschluss wirkt wie ein Schaltkontakt, die Spannung für den Verbraucher wird extern zugeführt (max. 60 VDC, Laststrom max. 700 mA). Bei der Thermobox mit Modbus-Anschluss heißt der Anschluss „AZF SW“, ist funktional identisch, aber anders beschaltet (Kapitel 7.3.6).

**Anschluss mit 24-VDC-Versorgung (Regelfall):** An Load IN (Pin 1) wird +24 VDC (UB+) angeschlossen. Der Verbraucher, z. B. Pumpe oder Ventil, liegt zwischen Load OUT (Pin 2) und GND (UB−).

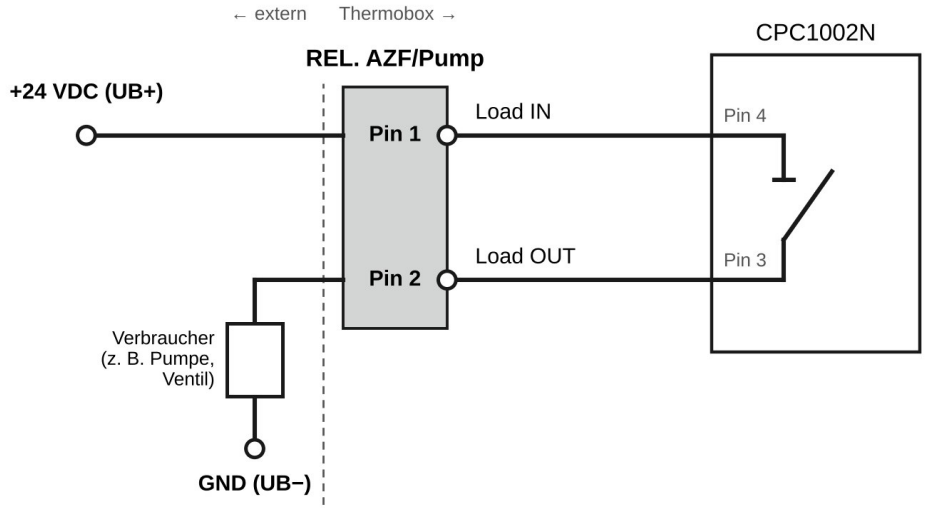



*Abbildung 33: Relaisausgang REL. AZF/Pump (Thermobox V5) mit 24-VDC-Versorgung: +24 VDC an Pin 1 (Load IN, CPC1002N Pin 4), Verbraucher zwischen Pin 2 (Load OUT, CPC1002N Pin 3) und GND (UB−)*

**Anschluss mit Fremdversorgung:** Alternativ kann der Verbraucher aus einer eigenen Spannungsquelle versorgt werden, z. B. mit 5 VDC oder 12 VDC. Dann wird der Pluspol der Fremdversorgung an Load IN (Pin 1) angeschlossen. Der Verbraucher erhält sein GND ebenfalls von der Fremdversorgung, nicht von GND (UB−) der Thermobox.

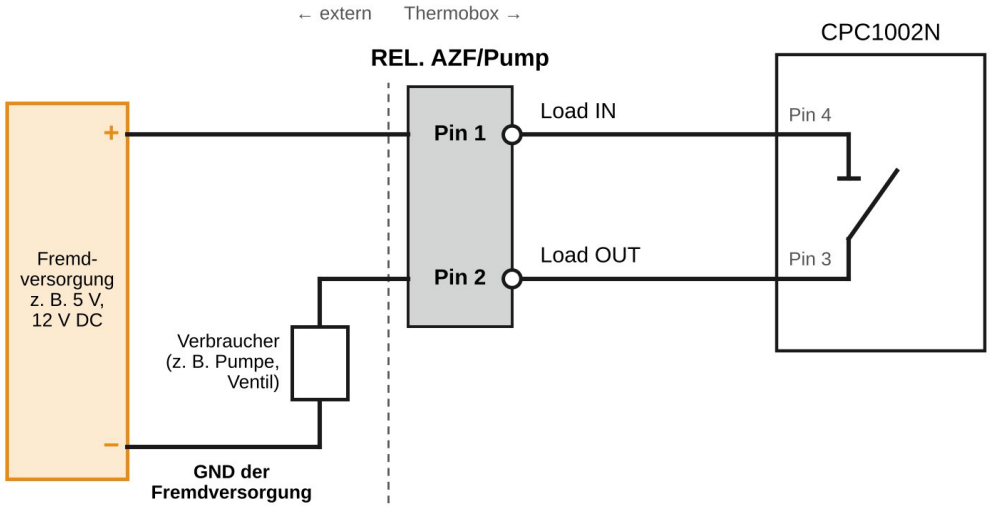



*Abbildung 34: Relaisausgang REL. AZF/Pump (Thermobox V5) mit Fremdversorgung: Pluspol an Pin 1 (Load IN), Verbraucher zwischen Pin 2 (Load OUT) und GND der Fremdversorgung*

Anschlussbeispiel mit einer extern angesteuerten AZF (eVP, eVV): Kapitel 14.1.1.

**HINWEIS**

**Anschlussrichtung des Relaisausgangs beachten**

Das Halbleiterrelais schaltet nur bei richtiger Anschlussrichtung. Pin 1 ist Load IN, Pin 2 ist Load OUT.

- Spannung max. 60 VDC.
- Laststrom max. 700 mA.
- Bei Fremdversorgung das GND des Verbrauchers an die Fremdversorgung anschließen.

### 7.3.6 Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss

Die Thermobox V5 mit Modbus-Option hat zusätzlich die Stecker MODBUS und Dig-OUT. CAN, RS232 und die 24-VDC-Versorgung sind belegt wie bei der Standardausführung (Kapitel 7.3.5).

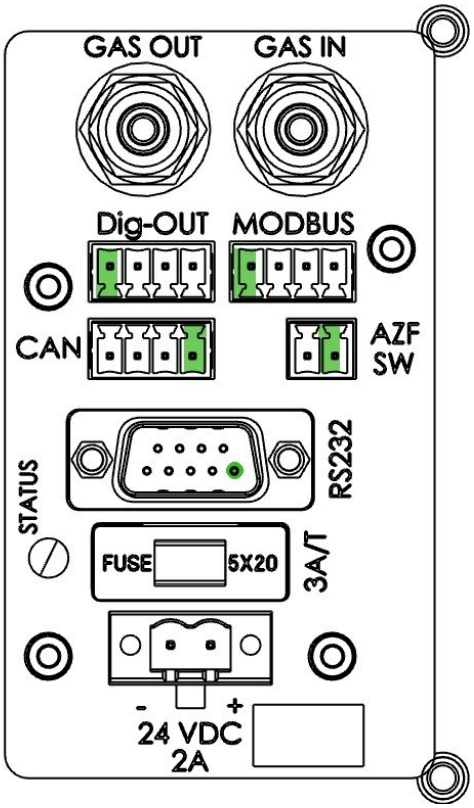



*Abbildung 35: Anschlussfeld der Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss (Pin 1 grün markiert)*

**Information**

Zählweise der Pins: Bei den oberen Steckern (Dig-OUT, MODBUS) liegt Pin 1 links, bei den Steckern darunter (CAN, AZF SW) liegt Pin 1 rechts.

Der Relaisausgang AZF SW ist funktional identisch mit REL. AZF/Pump, ist aber anders beschaltet: Pin 1 = +24 V, an Pin 2 (Load) wird der Verbraucher angeschlossen. Den GND-Anschluss des Verbrauchers an GND (UB−) der 24-VDC-Versorgung anschließen.

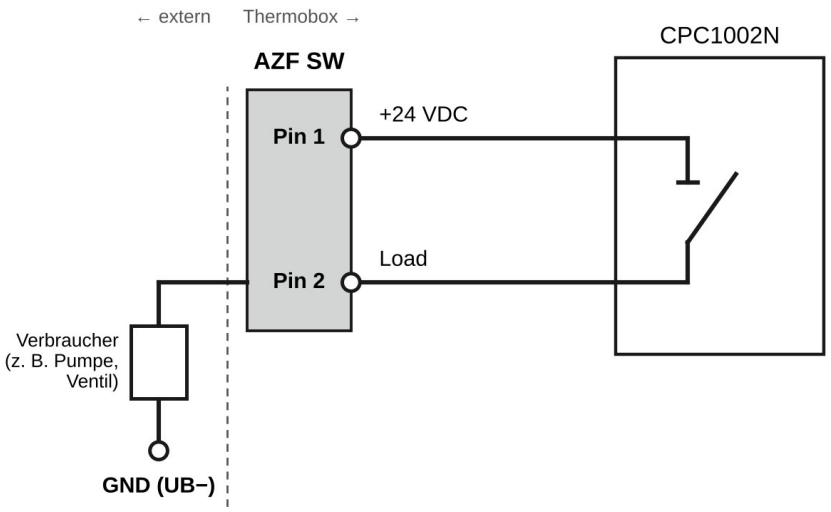



*Abbildung 36: Prinzipschaltbild Relaisausgang AZF SW (Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss): Pin 1 +24 VDC, Pin 2 Load; Rückleitung des Verbrauchers an GND (UB−)*

| Anschluss | Pin | Signal |
|---|---|---|
| MODBUS | 1 | GND_M (Bezugspotenzial Modbus) |
| | 2 | D0 (B−) |
| | 3 | D1 (A+) |
| | 4 | PE |
| RS232 | 2 | TxD (Ausgang) |
| | 3 | RxD (Eingang) |
| | 5 | GND (Schnittstelle) |
| CAN | 1 | GND (Schnittstelle) |
| | 2 | CAN-L |
| | 3 | CAN-H |
| AZF SW | 1 | +24 V |
| | 2 | Load (geschalteter Ausgang, CPC1002N); GND des Verbrauchers an GND (UB−) |
| Dig-OUT | 1 | DIO1 – externer Nullpunkt-Trigger (mind. 4 s Low) |
| | 2 | DIO2 |
| | 3 | DIO3 |
| | 4 | GND |

*Tabelle 28: Pinbelegung MODBUS, RS232, CAN, AZF SW und Dig-OUT (Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss)*

**HINWEIS**

**GND_M nicht mit Erde verbinden**

Eine Verbindung von GND_M mit Erde (PE) hebt die Isolation der Modbus-Schnittstelle auf (kritische Isolationsverletzung).

▶️ GND_M niemals mit Erde oder PE verbinden.

**Information**

Ist ein Modul in der Thermobox auf Modbus konfiguriert, ist keine Kommunikation über RS232 mehr möglich, da sich der Umschalter für die Schnittstelle innerhalb der Thermobox befindet.

## 7.4 RS232

Schnittstellenparameter: 115 200 Baud, 8 Datenbits, 1 Stoppbit, keine Parität.

**Information**

Die RS232-Leitung darf maximal 5 m lang sein. Für größere Entfernungen CAN oder Modbus verwenden; abgeschirmte, kapazitätsarme Kabel verwenden.

## 7.5 CAN-Bus

Die beiden RJ45-Buchsen (X1, X4) sind parallel geschaltet. So können Sie mehrere Module mit Standard-Patchkabeln verbinden. Protokoll und Befehle: Kommunikationshandbuch.

**Busabschluss:** Am ersten und letzten Teilnehmer des CAN-Busses muss ein Abschlusswiderstand von 120 Ω aktiv sein. Auf den Basisboards ist er integriert:

| Basisboard | Abschlusswiderstand 120 Ω |
|---|---|
| V1.8.x | per Jumper JP2 zuschaltbar |
| V1.9.x | per Software zuschaltbar |
| IR-compact V2.0.x | per Software zuschaltbar |

*Tabelle 29: CAN-Busabschluss auf den Basisboards*

| Parameter | Wert / Einstellung |
|---|---|
| Unterstützte Baudraten | 125 kBaud, 250 kBaud, 500 kBaud, 1 MBaud |
| Node-ID bzw. CAN-Sende-/Empfangs-IDs | per Software einstellbar (MARS®-Tool über RS232) |
| Busabschluss V1.9.x / V2.0.x | per Software zuschaltbar |

*Tabelle 30: CAN-Parameter*

Die Einstellkommandos sind im Kommunikationshandbuch beschrieben.

## 7.6 Modbus RTU (Option)

Mit der Modbus-Option kommuniziert das Modul über Modbus RTU (RS485, Firmware > 5540). Baudrate (9 600 bis 115 200 Baud) und Parität stellt Wi.Tec bei der Fertigung ein.

- Umschaltung RS232/Modbus über DIP-Schalter: SWMB alle „ein“ und SW232 alle „aus“ = Modbus; umgekehrt = RS232. Das Modul erkennt die Einstellung bei jedem Einschalten.
- Ohne Thermobox: Anschluss über eine der beiden RJ45-Buchsen des Connector Boards MBB V1.0; D1 = A+, D0 = B− (Kapitel 7.3.4).
- Mit Thermobox: Anschluss über den 4-poligen MODBUS-Stecker am Anschlussfeld (Pinbelegung: Kapitel 7.3.6).

Registerliste und Datenformate: Kommunikationshandbuch.

## 7.7 Digitale Ein- und Ausgänge

| Signal | Funktion |
|---|---|
| DIO1 | Externer Nullpunkt-Trigger: mindestens 4 s Low (gegen GND) setzt den Nullpunkt aller Gaskanäle |
| DIO2 | nicht belegt / reserviert |
| DIO3 | Ausgang zur Ansteuerung der Auto-Zero-Funktion (AZF) oder externer Schaltausgang |

*Tabelle 31: Digitale Ein- und Ausgänge (J4 bzw. Dig.OUT)*

## 7.8 Status-LEDs

| LED | Bedeutung |
|---|---|
| LED2 | Systemtakt, blinkt mit 1 Hz |
| LED3 | I²C-Kommunikation mit Sensoren |
| LED4 | Statusanzeige Detektorsignal: grün = Detektorsignal über dem Alarmlevel, rot = Detektorsignal unter dem Alarmlevel (Werkseinstellung 50 %) |
| LED5 | RS232-Kommunikation |
| DIO3 | AZF ein/aus |

*Tabelle 32: Status-LEDs auf den Basisboards V1.9.x und IR-compact V2.0.x*




*Abbildung 37: Status-LEDs (Basisboard V1.9.x)*

**LED4 (Statusanzeige rot/grün):** Die LED zeigt an, ob das Detektorsignal ausreicht. Grün bedeutet, das Detektorsignal liegt über dem Alarmlevel; das Modul arbeitet im Normalbereich. Rot bedeutet, das Detektorsignal ist unter das Alarmlevel gefallen, z. B. durch einen gealterten Strahler oder eine verschmutzte oder beschlagene Küvette (Kapitel 11).

Das Alarmlevel ist werkseitig auf 50 % eingestellt. Es lässt sich mit dem MARS®-Tool anpassen (siehe separates MARS®-Tool-Handbuch).

# 8 Inbetriebnahme

## 8.1 Voraussetzungen

Für eine einwandfreie Messung müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

1. Trockene, nicht kondensierende und staubfreie Umgebung.
2. Schutz der ESD-empfindlichen Bauteile (Basisboard, Drucksensor, Strahler, Detektor).
3. Stabile Messgasfeuchte, z. B. durch Messgaskühler oder Nafion™-Schlauch.
4. Stabiler Druck innerhalb der Spezifikation (Pumpe ohne Druckschwankungen).
5. Stabiler Durchfluss innerhalb der Spezifikation; kalibriert wird bei 0,7–1 l/min.
6. Stabile Modultemperatur innerhalb der Spezifikation.
7. Feste Montage und unveränderte Einbaulage.
8. Regelmäßige Justierung von Null- und Endpunkt; das Intervall hängt von der Anwendung ab.
9. Zuverlässige Partikelfilterung < 0,1 µm.

## 8.2 Erstinbetriebnahme

**Voraussetzung:** Modul ist akklimatisiert, montiert (Kapitel 5) und gasseitig angeschlossen (Kapitel 6).

1. Lecktest durchführen (Kapitel 6.6).
2. Datenkabel an RS232 und am PC (USB-RS232-Adapter) anschließen.
3. Versorgung 24 VDC anschließen und einschalten.
4. Prüfen, ob LED2 im Takt von 1 Hz blinkt.
5. Verbindung mit der PC-Software herstellen und Messwerte prüfen (Kapitel 9).
6. Modul mindestens 30 Minuten unter stabilen Bedingungen betreiben. Aufwärmzeit ohne Heizung < 15 min; beheizte Module brauchen ca. 30 Minuten bis zur Solltemperatur (bei 25 °C Starttemperatur, bei niedrigerer Temperatur länger, Kapitel 4.3). Erst nach Erreichen der Solltemperatur justieren.
7. Nullpunktjustierung mit Nullgas durchführen (Kapitel 10.4). Welches Nullgas geeignet ist, hängt vom Messgas ab (Kapitel 10.2).

> **Nullgas**
> Das Nullgas darf die Messkomponente nicht enthalten. Bei $CO_2$-Modulen ist Umgebungsluft als Nullgas ungünstig, da sie immer ca. 400–1000 ppm $CO_2$ enthält. Verwenden Sie hier Stickstoff ($N_2$) der Reinheit 2.8, besser 5.0.

✔ **Ergebnis:** Das Modul misst. Der Nullpunkt ist auf die Einbausituation justiert.

Wo der RS232-Anschluss sitzt, hängt von Modul und Gehäuse ab. Die folgenden Abbildungen zeigen die drei Konfigurationen: A – INFRA.sens mit Basisboard IR-compact, B – ULTRA.sens mit Basisboard V1.9, C – Gasmessmodul in der Thermobox.

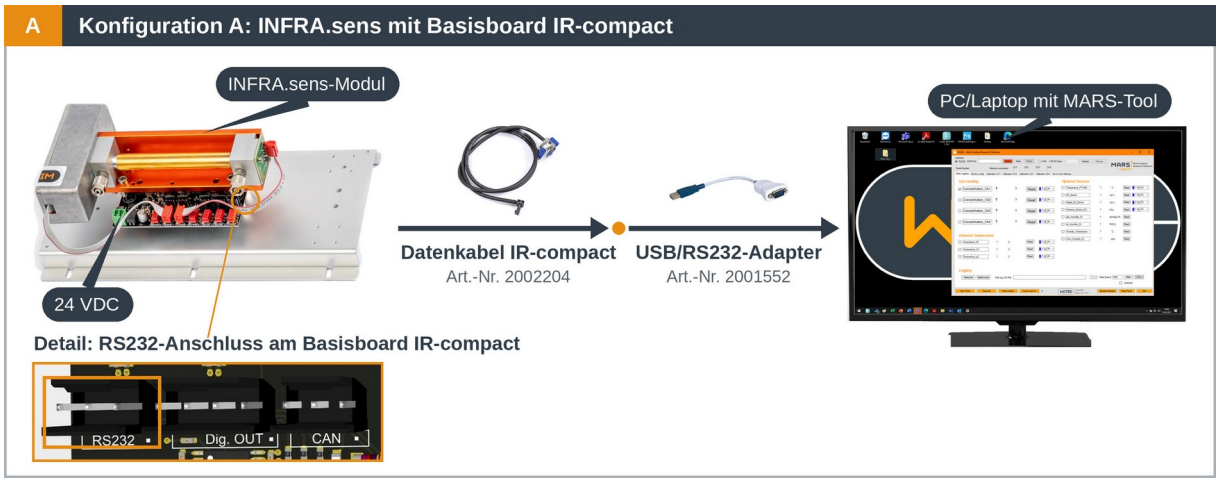



*Abbildung 38: Konfiguration A: INFRA.sens mit Basisboard IR-compact – Datenkabel IR-compact am RS232-Anschluss des Basisboards, USB/RS232-Adapter am PC*




*Abbildung 39: Konfiguration B: ULTRA.sens mit Basisboard V1.9 – Datenkabel RS232 an der D-Sub-Buchse CON3, USB/RS232-Adapter am PC*

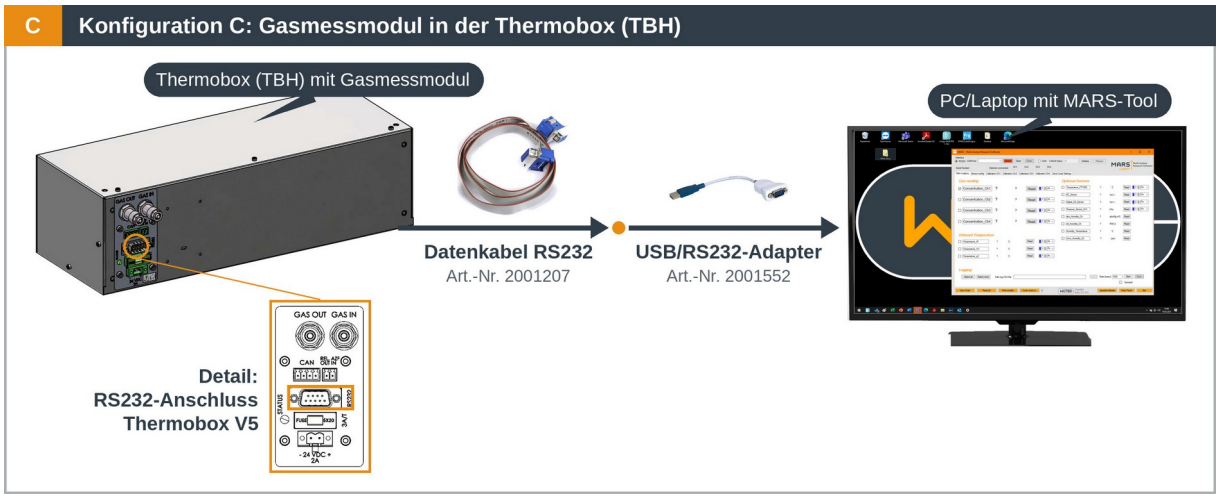



*Abbildung 40: Konfiguration C: Gasmessmodul in der Thermobox (TBH) – Datenkabel RS232 an der D-Sub-Buchse RS232 der Thermobox V5, USB/RS232-Adapter am PC*

# 9 Software

Zum Auslesen von Messwerten, für Datenlogging und Justierung am PC dient die Software MARS®-Tool light (MARS® = Multi Analyse Research Software). Die Bedienung beschreibt das separate Handbuch MARS®-Tool light.

## 9.1 Download und Installation

Die jeweils neueste Version von MARS®-Tool light steht auf der Wi.Tec-Website zum Download bereit: https://www.witec-sensorik.de/downloads/software/. Nach Ausfüllen des Formulars erhalten Sie den Download-Link per E-Mail.



*Abbildung 41: QR-Code zur Download-Seite von MARS®-Tool light*

1. Software-Paket über den Download-Link herunterladen.
2. Setup-Datei ausführen und MARS®-Tool light auf dem PC installieren. Für die Installation werden Administratorrechte empfohlen.
3. USB-RS232-Adapter anschließen; der zugehörige Treiber muss installiert sein. Im Geräte-Manager von Windows die zugewiesene COM-Schnittstelle prüfen.
4. MARS®-Tool light starten, COM-Schnittstelle auswählen und die Verbindung zum Modul herstellen.

| Voraussetzung | Anforderung |
|---|---|
| Betriebssystem | Windows 10 oder 11 |
| Schnittstelle | USB/RS232-Adapter (Art.-Nr. 2001552) oder CAN-USB-Adapter (Art.-Nr. 2002089) |
| Kabel | Datenkabel RS232 (nur auf Bestellung): Art.-Nr. 2002204 (IR-compact), 2001207 (V1.9.x und Thermobox), 2000592 (V1.8.x) |

*Tabelle 33: PC-Voraussetzungen*

## 9.2 Auslesen ohne MARS®-Tool

Für einfache Abfragen genügt ein Terminalprogramm, z. B. HTerm. Im RS232-Betrieb antwortet das Modul mit ASCII-Zeichen; die Antworten sind damit direkt lesbar.

| Einstellung im Terminalprogramm | Wert |
|---|---|
| Schnittstelle | COM-Port des USB-RS232-Adapters |
| Baudrate | 115 200 Baud (Werkseinstellung) |
| Datenformat | 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit (8N1) |

*Tabelle 34: Schnittstellenparameter für ein Terminalprogramm*

Die Befehle und das Antwortformat beschreibt das Kommunikationshandbuch.

Für die Einbindung in eigene Steuerungen (RS232, CAN, Modbus, CANopen) beschreibt das Kommunikationshandbuch alle Befehle, Register, das Statusbyte und die Device-ID.

# 10 Justierung

Für eine genaue Messung müssen Nullpunkt und Endpunkt regelmäßig geprüft und bei Abweichung justiert werden. Dieses Kapitel beschreibt Gase, Ablauf und Wartezeiten. Die Bedienschritte am PC stehen im Handbuch MARS®-Tool light; die Befehle für eigene Steuerungen im Kommunikationshandbuch.

## 10.1 Prüf- und Justierintervalle

| Prüfung | Empfohlenes Intervall | Justieren bei |
|---|---|---|
| Nullpunkt prüfen | wöchentlich (oder automatisch mit AZF) | Abweichung > 2 % vom Messbereichsendwert |
| Endpunkt prüfen | monatlich | Abweichung > 2 % vom Messbereichsendwert |

*Tabelle 35: Empfohlene Prüfintervalle*

Das passende Intervall hängt von Anwendung, geforderter Genauigkeit und Umgebungsbedingungen ab.

## 10.2 Nullgas

Als Nullgas eignen sich Gase, die die Messkomponente nicht enthalten, z. B. Stickstoff ($N_2$), Argon, Wasserstoff oder gereinigte Umgebungsluft. Für automatische Nullpunktjustierungen empfehlen wir eine $N_2$-Flasche (oder ein anderes Inertgas) mit Magnetventil, z. B. die Auto-Zero-Funktion (Kapitel 10.7).

**Information**

Welches Nullgas geeignet ist, hängt vom Messgas ab. Umgebungsluft ist nur geeignet, wenn sie die Messkomponente nicht enthält. Für $CO_2$-Messungen ist sie ungünstig, da sie immer ca. 400–1000 ppm $CO_2$ enthält; verwenden Sie hier Stickstoff ($N_2$) der Reinheit 2.8, besser 5.0.

Hängt die Messung vom Trägergas ab, justieren Sie den Nullpunkt kanalweise mit dem Trägergas Ihrer Anwendung (Anhang A.3).

## 10.3 Prüfgas

Für die Endpunktjustierung benötigen Sie ein Prüfgas mit bekannter Konzentration, idealerweise eine zertifizierte Prüfgasflasche. Die Konzentration steht auf dem Etikett oder im Zertifikat (z. B. 480,00 ppm $CO_2$). Die Prüfgaskonzentration soll nahe am Messbereichsendwert liegen und höchstens 20 % davon abweichen.

## 10.4 Nullpunktjustierung

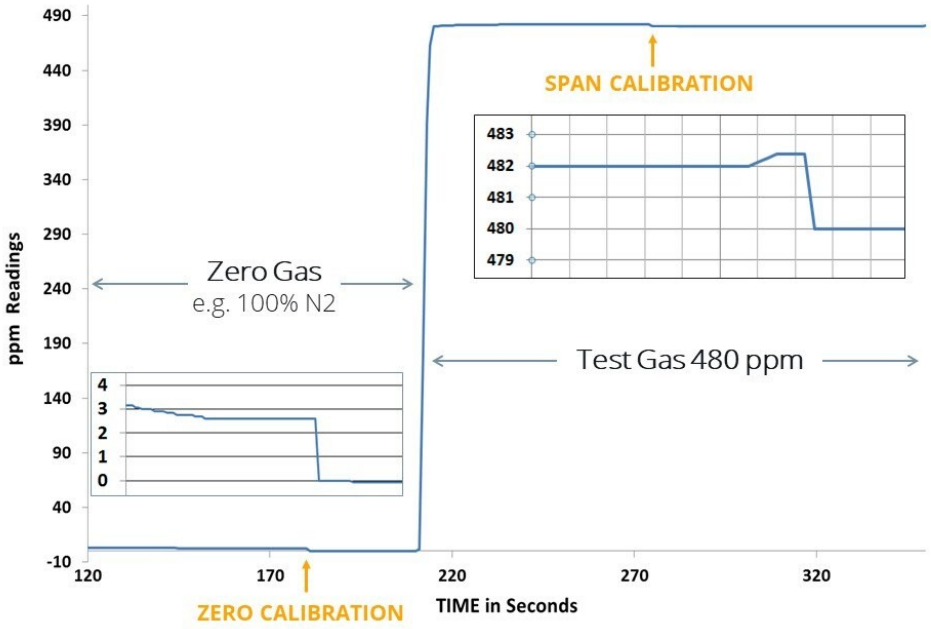



*Abbildung 42: Verlauf der Konzentrationsanzeige bei Nullpunkt- und Endpunktjustierung*

**Voraussetzung:** Modul ist seit mindestens 30 Minuten unter stabilen Bedingungen in Betrieb; beheizte Module haben ihre Solltemperatur erreicht.

1. Gesamtes Messsystem mit Nullgas spülen, Durchfluss 1 l/min.
2. Warten, bis die Anzeige stabil ist (Schwankung < 1 % vom Messbereichsendwert).
3. Nullpunkt setzen: für alle Kanäle gemeinsam oder kanalweise – per MARS®-Tool light, per Befehl über die Schnittstelle oder mit dem externen Nullpunkt-Trigger (Kapitel 10.6).

✔ **Ergebnis:** Die Konzentrationsanzeige zeigt 0,00 ppm.

## 10.5 Endpunktjustierung

**Voraussetzung:** Nullpunktjustierung mit Inertgas (z. B. $N_2$) ist unmittelbar vorher erfolgt.

1. Gesamtes Messsystem mit Prüfgas spülen, Durchfluss 1 l/min.
2. Warten, bis die Anzeige stabil ist (Schwankung < 1 % vom Messbereich). Bei haftenden Gasen wie $SO_2$ oder $NO_2$ länger warten (Kapitel 6.5).
3. Konzentration des Prüfgases für den betreffenden Kanal eingeben und Endpunkt setzen.
4. Prüfgas abschalten und wieder auf Messgas umschalten.

✔ **Ergebnis:** Die Anzeige entspricht der Prüfgaskonzentration. Das Modul berechnet einen Korrekturfaktor und speichert ihn dauerhaft.

## 10.6 Externer Nullpunkt-Trigger

Ohne PC und Schnittstelle können Sie den Nullpunkt über DIO1, den externen Nullpunkt-Trigger, setzen: Nullgas aufgeben, Anzeige stabil werden lassen, dann DIO1 mindestens 4 Sekunden auf Low (GND) legen. Der Nullpunkt aller Gaskanäle wird gesetzt.

## 10.7 Automatische Nullpunktjustierung (AZF)

Die Auto-Zero-Funktion schaltet in einstellbaren Intervallen (1 Stunde bis 1 Monat) auf Nullgas um, spült für eine einstellbare Zeit und setzt den Nullpunkt. Während der Spülung wird der Messwert eingefroren. Die AZF ist ab Basisboard-Revision 1.8.2 und Firmware-Revision 528 nutzbar. Varianten und technische Daten: Kapitel 14.1.

## 10.8 O2.sens und HUMI.sens

- O2.sens: Nullpunkt (Offset) mit sauerstofffreiem Gas, z. B. $N_2$; Endpunkt mit Umgebungsluft (20,95 Vol.-% $O_2$) oder Prüfgas.
- Nach dem Tausch eines O2-Sensors kann im Datenlogging „1.“ erscheinen. Dann muss der Sensor zurückgesetzt und neu justiert werden (Serviceanleitung O2.sens).

# 11 Statusmeldungen und Störungsbehebung

## 11.1 Status-LED

Bedeutung der Status-LEDs: Kapitel 7.8. Leuchtet LED4 rot, liegt das Detektorsignal unter dem Alarmlevel (Werkseinstellung 50 %, einstellbar mit dem MARS®-Tool). Mögliche Ursachen und Abhilfe stehen in der Störungstabelle (Kapitel 11.3).

## 11.2 Statusbyte

Das Modul meldet seinen Zustand über ein Statusbyte, das Sie über die Schnittstelle oder im MARS®-Tool light auslesen. Es zeigt, ob die Strahlungsquellen erkannt werden und ob ihr Signalpegel ausreicht.

| Bit | Bedeutung |
|---|---|
| Bit 0 | IR-Strahler/EDL erkannt |
| Bit 2 | UV-LED 1 erkannt |
| Bit 3 | UV-LED 2 erkannt |
| Bit 4 | IR-Strahler/EDL: Signalpegel zu niedrig |
| Bit 6 | UV-LED 1: Signalpegel zu niedrig |
| Bit 7 | UV-LED 2: Signalpegel zu niedrig |
| Bit 1, Bit 5 | nicht belegt |

*Tabelle 36: Bedeutung der Bits im Statusbyte*

Beispiel $CO_2$-Modul ohne UV-Küvette: **0xC7** = IR-Strahler erkannt, Signalpegel im Normalbereich (> 50 % Intensität). **0xCF** = IR-Strahler erkannt, Signalpegel unter 50 %. Die vollständige Codetabelle steht im Kommunikationshandbuch.

## 11.3 Störungen beheben

| Störung | Mögliche Ursache | Abhilfe |
|---|---|---|
| Keine Verbindung zum PC | Falscher COM-Port, Kabel defekt, RS232-Leitung zu lang, Schnittstelle auf Modbus eingestellt | COM-Port prüfen, passendes Wi.Tec-Datenkabel verwenden (Kapitel 14), Kabellänge prüfen (Kapitel 7.4), DIP-Schalter RS232/Modbus prüfen |
| LED2 blinkt nicht | Keine oder falsche Versorgung | Spannung und Polarität prüfen (Kapitel 7.1) |
| Messwert driftet | Temperatur, Druck oder Durchfluss instabil; Kondensat; Nullpunkt veraltet | Bedingungen nach Kapitel 8.1 herstellen, Nullpunkt justieren |
| Messwert schwankt | Druckpulsation der Pumpe, wechselnder Gegendruck, Störungen auf der Masse | Pumpe ohne Pulsation einsetzen, Abgasführung prüfen, Masseführung prüfen |
| Langsames Ansprechen | Hang-up-Effekt, lange Leitungen, zu geringer Durchfluss | Viton-/PTFE-Schlauch, kürzere Leitungen, Durchfluss erhöhen (Kapitel 6) |

| Störung | Mögliche Ursache | Abhilfe |
|---|---|---|
| LED4 rot bzw. Signalpegel < 50 % (Statusbyte) | Strahler gealtert, Küvette verschmutzt oder beschlagen | Probenaufbereitung prüfen; Wi.Tec-Service kontaktieren (Kapitel 13.1) |
| Strahler nicht erkannt (Statusbyte) | Strahler oder Verbindung defekt | Wi.Tec-Service kontaktieren (Kapitel 13.1) |
| O2-Messwert fällt stark ab | O2.sens am Ende der Lebensdauer (beschleunigter Signalabfall) | Sensorelement tauschen (Kapitel 12) |
| Analogausgang falsch | DIP-Schalter oder Skalierung falsch, Ausgang überlastet | Einstellung prüfen (Kapitel 14.2), Last ≥ 100 kΩ |

*Tabelle 37: Störungen, Ursachen und Abhilfe*

# 12 Wartung und Instandhaltung

**⚠ WARNUNG**

**Giftige Gase im Gasweg**

Bei Arbeiten am Gasweg kann Messgas (z. B. $H_2S$, CO) austreten.

▶️ Vor jeder Wartung Gasweg und Gasentnahme mindestens 10 Minuten mit Umgebungsluft oder Stickstoff spülen.

## 12.1 Wartungsplan

| Maßnahme | Intervall | Hinweis |
|---|---|---|
| Nullpunkt prüfen und justieren | wöchentlich oder per AZF | Kapitel 10 |
| Endpunkt prüfen und justieren | monatlich | Kapitel 10 |
| Partikelfilter prüfen, ggf. wechseln | regelmäßig, abhängig von der Partikelbelastung | Kapitel 6.4 |
| Messgaskühler/Kondensatablauf prüfen | regelmäßig, abhängig von der Anwendung | Anhang A |
| Lecktest | nach mechanischen Veränderungen am Gasweg und nach längerer Standzeit; regelmäßige Prüfung nicht unbedingt notwendig | Kapitel 6.6 |
| O2.sens-Sensorelement tauschen | vor Ablauf der Lebensdauer (typisch 1–6 Jahre, Kapitel 3.6.1) | Kapitel 3.6; nur geschultes Personal |

*Tabelle 38: Wartungsplan*

## 12.2 Austausch von Komponenten

Der Austausch von Komponenten, z. B. des O2.sens-Sensorelements in der Thermobox, ist nur geschultem Personal nach der jeweiligen Wi.Tec-Serviceanleitung erlaubt. Ersatzteile: Kapitel 14.3.

# 13 Service, Rücksendung und Entsorgung

## 13.1 Kontakt

**Wi.Tec-Sensorik GmbH**
Schepersweg 41–61
46485 Wesel
Deutschland
Telefon +49 281 206578-20
info@witec-sensorik.de
www.witec-sensorik.de

Halten Sie bei Anfragen Seriennummer und Device-ID vom Typenschild bereit.

## 13.2 Rücksendung (RMA)

Das RMA-Formular für Rücksendungen finden Sie unter https://www.witec-sensorik.de/service-retouren/.

*Abbildung 43: QR-Code zum RMA-Formular (Service-Retouren)*

1. RMA-Formular online ausfüllen.
2. Bei Messung giftiger oder aggressiver Gase das Modul vor dem Versand spülen. Die Dekontaminationserklärung ist im RMA-Formular enthalten und wird dort mit ausgefüllt.
3. Modul in der Originalverpackung oder gleichwertig geschützt versenden.

## 13.3 Entsorgung

Das Gasmessmodul ist ein Elektronikgerät und darf nicht über den Hausmüll entsorgt werden. Entsorgen Sie es gemäß den örtlichen Vorschriften für Elektro- und Elektronik-Altgeräte (WEEE).

Gegen eine Gebühr nimmt Wi.Tec Gasmessmodule zurück und entsorgt sie fachgerecht. Sprechen Sie uns dazu an (Kapitel 13.1); die Rücksendung erfolgt über das RMA-Formular (Kapitel 13.2).

**HINWEIS**

**Entsorgung des O2.sens**

Der elektrochemische O2-Sensor enthält einen flüssigen Elektrolyten. Wi.Tec nimmt verbrauchte O2-Sensoren nicht zurück.

- ▶ Verbrauchte O2-Sensoren gemäß den örtlichen Vorschriften selbst entsorgen.
- ▶ Sensoren nicht öffnen.

# 14 Zubehör und Optionen

## 14.1 Auto-Zero-Funktion (AZF)

Die AZF wird in die Gasleitung des Moduls eingebunden und führt die Nullpunktjustierung automatisch durch (Kapitel 10.7). Varianten mit Pumpe (VP) saugen Umgebungsluft als Nullgas an; Varianten mit zwei Ventilen (VV) schalten zwischen Nullgasflasche und Prozessgas um.



*Abbildung 44: Auto-Zero-Funktion VP*

| Variante | WT-Nr. | Funktion |
|---|---|---|
| AZF eVP | 2001469 | Ventil/Pumpe; Ansteuerung extern 24 V |
| AZF VP | 2001467 | Ventil/Pumpe; Ansteuerung durch das Modul, Einstellung per MARS®-Tool |
| AZF eVV | 2001470 | Ventil/Ventil; Ansteuerung extern 24 V |
| AZF VV | 2001468 | Ventil/Ventil; Ansteuerung durch das Modul, Einstellung per MARS®-Tool |

*Tabelle 39: Varianten der Auto-Zero-Funktion*

| Merkmal | AZF VP | AZF VV |
|---|---|---|
| Abmessungen (H × B × L) | 36 × 86,5 × 75 mm (Höhe mit Verrohrung ca. 60 mm) | wie VP |
| Gewicht | 150 g | 150 g |
| Schlauchanschluss | 4/6 mm | 4/6 mm |
| Ansprechzeit Nullpunkt | ca. 15 s (abhängig von Durchfluss und Konzentration) | ca. 15 s |
| Druckverlust | 25 mbar bei 1 l/min | 25 mbar bei 1 l/min |
| Pumpe | 0,35 l/min Nullgas, 300 mbar Ausgangsdruck | – |
| Ventil Kv-Wert | 0,1 m³/h (20 °C, 1 bar) | 0,1 m³/h |
| Medienberührte Werkstoffe | EPDM/PPS; Block AlMg4,5Mn eloxiert | wie VP |
| Leckrate | < $1 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s | < $1 \cdot 10^{-4}$ mbar·l/s |
| Versorgung | 15–30 VDC; 5 mA passiv, 90 mA aktiv (bei 24 VDC) | wie VP |

| Merkmal | AZF VP | AZF VV |
|---|---|---|
| Digitaler Eingang | 2–3 V | 2–3 V |
| Betriebstemperatur / Lagertemperatur | 5–55 °C / −20–60 °C | wie VP |
| Luftdruck / Feuchte | 800–1 200 mbar / 0–95 % r. F., nicht kondensierend | wie VP |

*Tabelle 40: Technische Daten der Auto-Zero-Funktion*

**Information**

Am Nullgaseingang wird ein Sicherheitsfilter empfohlen.

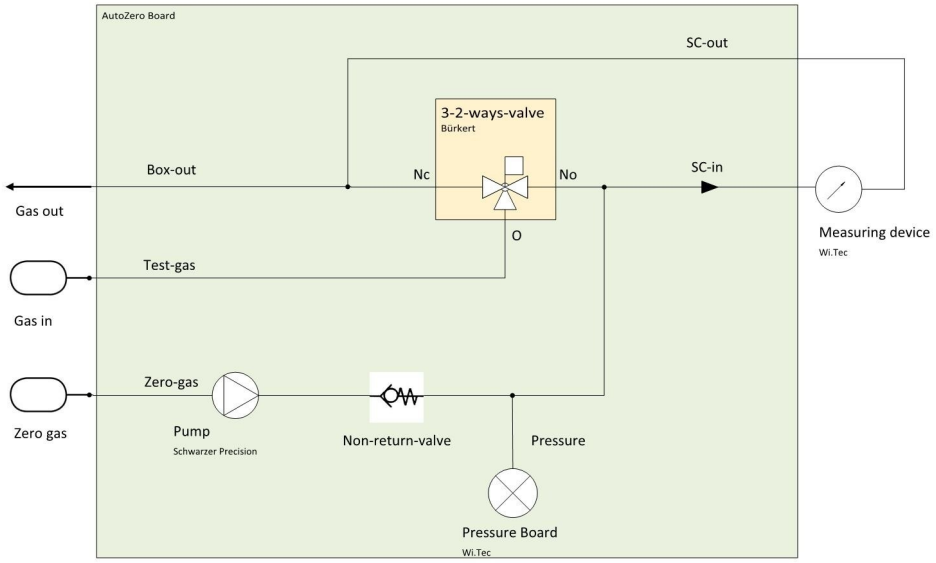



*Abbildung 45: Gasschaltbild AZF VP*

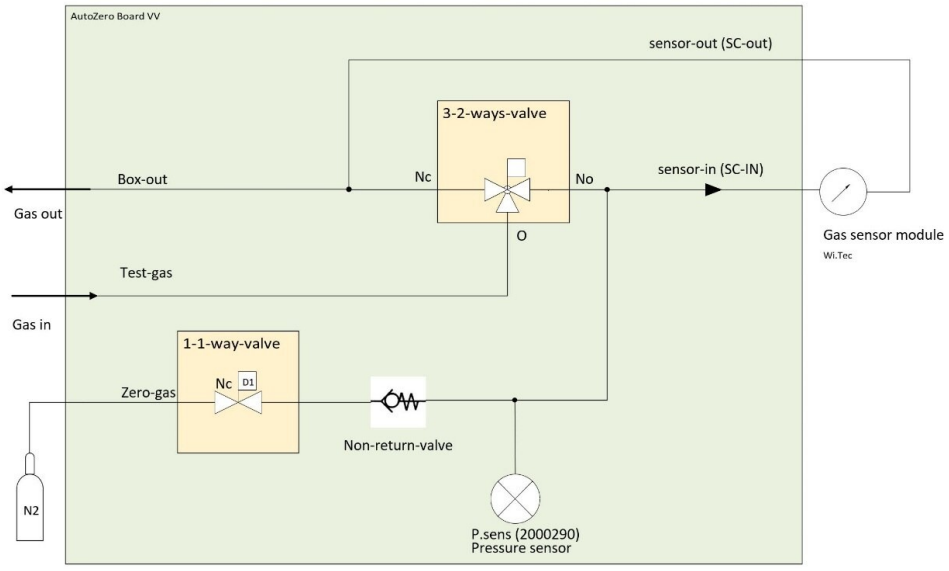



*Abbildung 46: Gasschaltbild AZF VV*

### 14.1.1 Anschluss einer externen AZF an die Thermobox

Die Varianten AZF eVP und AZF eVV werden extern mit 24 V angesteuert. An der Thermobox schaltet der Relaisausgang REL. AZF/Pump die Versorgung der AZF (Kapitel 7.3.5). Die Verdrahtung zeigt die folgende Abbildung.

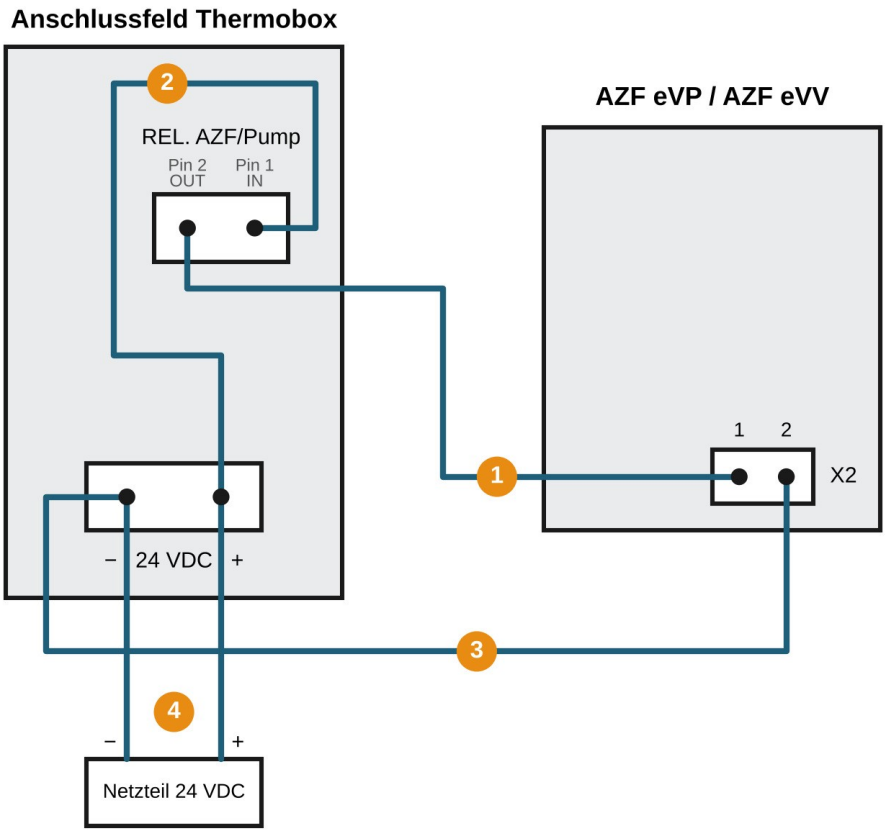



*Abbildung 47: Anschluss einer AZF eVP/eVV an die Thermobox V5 (schematisch)*

| Nr. | Leitung | Verbindung |
|---|---|---|
| 1 | Schaltleitung | REL. AZF/Pump Pin 2 (Load OUT) → AZF X2 Pin 1 |
| 2 | Brücke | 24 VDC + → REL. AZF/Pump Pin 1 (Load IN) |
| 3 | Rückleitung | AZF X2 Pin 2 → 24 VDC − |
| 4 | Versorgung | Netzteil 24 VDC → Anschluss 24 VDC der Thermobox |

*Tabelle 41: Leitungen für den Anschluss der AZF an die Thermobox*

**Information**

Das Anschlusskabel (Leitungen 1 bis 3) ist bei Wi.Tec auch konfektioniert erhältlich: Art.-Nr. 2004181.

## 14.2 Analogausgang

Die Analogausgangsplatine ergänzt die digitalen Schnittstellen um 4 Spannungsausgänge. Sie wird über den Stecker SV1 mit dem Basisboard verbunden; J1 ist der Ausgang, S1 der DIP-Schalter für den Spannungsbereich.

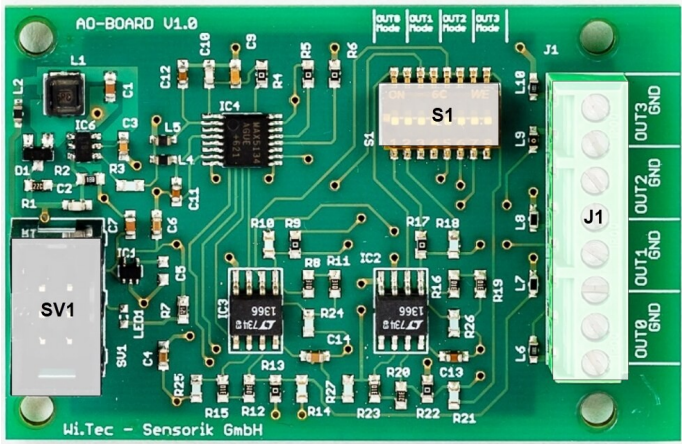



*Abbildung 48: Analogausgangsplatine mit DIP-Schalter S1 und Ausgang J1*

| Ausgang | Gaskanal |
|---|---|
| OUT0 | Gas-Ch1 |
| OUT1 | Gas-Ch2 |
| OUT2 | Gas-Ch3 |
| OUT3 | Gas-Ch4 |

*Tabelle 42: Zuordnung der Analogausgänge*

| Kanal | DIP-Schalter S1 | 0–2 V | 0–5 V | 0–10 V |
|---|---|---|---|---|
| Ch1 | Schalter 1 / 2 | 1 / 0 | 0 / 1 | 0 / 0 |
| Ch2 | Schalter 3 / 4 | 1 / 0 | 0 / 1 | 0 / 0 |
| Ch3 | Schalter 5 / 6 | 1 / 0 | 0 / 1 | 0 / 0 |
| Ch4 | Schalter 7 / 8 | 1 / 0 | 0 / 1 | 0 / 0 |

*Tabelle 43: Einstellung des Spannungsbereichs je Kanal*

**HINWEIS**

**Überlastung der Analogausgänge**

Die Ausgänge sind nicht strombegrenzt. Zu hoher Laststrom zerstört den Ausgangstreiber.

▶️ Dauerstrom höchstens 10 mA; Lastwiderstand mindestens 100 kΩ.

Die Skalierung (z. B. 0–6 000 ppm = 0–10 V) stellt Wi.Tec bei der Auslieferung ein. Sie kann später mit dem MARS®-Tool geändert werden (Handbuch MARS®-Tool light).

| Merkmal | Wert |
|---|---|
| Anschluss | 6-poliger Flachbandstecker zum Basisboard |
| Kommunikation | SPI |
| Ausgänge | 4 |
| Spannungsbereich | 0–2 V, 0–5 V oder 0–10 V (DIP-Schalter) |

| Merkmal | Wert |
|---|---|
| Auflösung | 16 Bit |
| Min. Lastwiderstand | 100 kΩ |
| Aktualisierung | 1 s |
| Abmessungen | 65 × 42 mm |
| Leiterquerschnitt | AWG 16–30 (1,31–0,051 mm²) |
| Umgebung | 0–60 °C, < 80 % r. F. |

*Tabelle 44: Technische Daten Analogausgang*

### 14.2.1 Ausgabe von HUMI.sens und O2.sens (Option)

Ab Firmware 5.496 kann der Messwert eines HUMI.sens oder O2.sens auf einen Analogausgang gelegt werden. Welcher Ausgang dafür verwendet wird, hängt vom Modultyp ab. Der Gaskanal, der normalerweise auf diesem Ausgang liegt, wird dann nicht mehr analog ausgegeben.

| Modultyp | OUT0 | OUT1 | OUT2 | OUT3 |
|---|---|---|---|---|
| INFRA.sens | Gas-Ch1 | Gas-Ch2 | Gas-Ch3 | **HUMI.sens [ppm] oder O2.sens [Vol.-%]** |
| ULTRA.sens | Gas-Ch1 | **HUMI.sens [ppm] oder O2.sens [Vol.-%]** | Gas-Ch3 | Gas-Ch4 |
| KOMBI.sens | Gas-Ch1 | Gas-Ch2 | Gas-Ch3 | Gas-Ch4 |

*Tabelle 45: Belegung der Analogausgänge mit externer Sensorik je Modultyp (orange = HUMI.sens/O2.sens)*

Beim KOMBI.sens ist die Analogausgabe von HUMI.sens und O2.sens nicht verfügbar. Es wird immer nur ein Zusatzsensor analog ausgegeben; sind HUMI.sens und O2.sens beide vorhanden, fragen Sie den Vertrieb, welcher ausgegeben wird.

**Skalierung:** Ab Werk entspricht der volle Spannungsbereich (0–10 V bzw. 0–2 V oder 0–5 V je nach DIP-Schalter S1) folgenden Messbereichen:

| Zusatzsensor | Standardskalierung | Beispiel bei 0–10 V |
|---|---|---|
| HUMI.sens | 0–30 000 ppm $H_2O$ | 15 000 ppm = 5 V |
| O2.sens | 0–25 Vol.-% $O_2$ | 20,9 Vol.-% (Luft) ≈ 8,4 V |

*Tabelle 46: Standardskalierung der Zusatzsensoren am Analogausgang*

Die Skalierung lässt sich im MARS®-Tool ändern: im Register **Config_CH4** (INFRA.sens) bzw. **Config_CH2** (ULTRA.sens) den neuen Bereich unter **Measurement Range Ch4** bzw. **Ch2** eintragen und mit **Write** übernehmen.

**O2.sens zuordnen:** Damit der O2.sens auf den Analogausgang gelegt wird, muss in der Device-ID der entsprechende Messtyp auf „External Sensor“ gestellt werden:

| Modultyp | Einstellung im MARS®-Tool (Register Ext. Sensors) |
|---|---|
| INFRA.sens | Measurement Type 4 = External Sensor, dann Write |
| ULTRA.sens | Measurement Type 2 = External Sensor, dann Write |

*Tabelle 47: Zuordnung des O2.sens zum Analogausgang über die Device-ID*

**Information**
Die Bedienung des MARS®-Tools beschreibt das separate Handbuch MARS®-Tool light.

## 14.3 Weiteres Zubehör und Ersatzteile

| Artikel | Art.-Nr. | Hinweis |
|---|---|---|
| Steckernetzteil 24 VDC für Basisboard V1.8.x, V1.9.x und Thermobox | 2003262 | 60 W; 100–240 VAC, 50/60 Hz; 2,5 A |
| Steckernetzteil 24 VDC für Basisboard IR-compact V2.0.x | 2003137 | 60 W; 2,5 A bei 24 V; 100–240 VAC, 50/60 Hz |
| USB/RS232-Adapter | 2001552 | Kapitel 8.2, 9 |
| AZF-Kabel für externe Version (AZF eVP/eVV) an Thermobox | 2004181 | Kapitel 14.1.1 |
| CAN-USB-Adapter | 2002089 | |
| Adapterstecker CAN-USB-Adapter D-Sub 9 auf RJ45 | 2002127 | |
| Datenkabel CAN-Bus für Basisboard IR-compact, direkt an CAN-USB-Adapter | 2002205 | |
| Datenkabel RS232 für Basisboard IR-compact V2.0.x | 2002204 | nur auf Bestellung |
| Datenkabel RS232 für Basisboard V1.9.x und Thermobox | 2001207 | nur auf Bestellung |
| Datenkabel RS232 für Basisboard V1.8.x | 2000592 | nur auf Bestellung |
| Partikelfilter < 0,1 µm mit Schlauchanschluss 4/6 mm, Edelstahlverschraubungen | 2002325 | |
| Partikelfilter < 0,1 µm mit Rohrverschraubung 4 mm, Edelstahlverschraubungen | 2003570 | |
| O2.sensD Ersatzteil-Set | 2003884 | digitaler O2-Sensor |
| O2.sens Ersatzteil-Set | 2003885 | analoger O2-Sensor |
| O2.sensD Drehmomentschlüssel mit Adapter | 2003941 | Werkzeug für Sensortausch |
| O2.sens Drehmomentschlüssel mit Adapter | 2003950 | Werkzeug für Sensortausch |

| Artikel | Art.-Nr. | Hinweis |
|---|---|---|
| O2.sens Kabelsatz | 2003539 | |

*Tabelle 48: Zubehör und Ersatzteile*

# 15 Technische Daten

Die Tabelle nennt allgemeine Daten. Maßgeblich sind die Angaben im Datenblatt Ihres Moduls.

| Merkmal | INFRA.sens | INFRA.sens compact | ULTRA.sens |
|---|---|---|---|
| Messprinzip | NDIR, 2–12 µm | NDIR, 2–12 µm | NDUV, 200–450 nm |
| Versorgung | 24 VDC (je Basisboard) | 24 VDC (9–30 V) | 24 VDC (15–30 V) |
| Stromaufnahme | < 300 mA | < 50 mA | < 100 mA |
| Leistungsaufnahme | < 9 W | < 1 W | < 3 W |
| Aufwärmzeit | < 15 min; mit Heizung ca. 30 min (ab 25 °C) | < 15 min; mit Heizung ca. 30 min (ab 25 °C) | < 15 min; mit Heizung ca. 30 min (ab 25 °C) |
| Abmessungen (B × H × T) | 350 × 75 × 120 mm | je Küvette, siehe Datenblatt | 353 × 81,5 × 120 mm |
| Gewicht | ca. 600–1 200 g | siehe Datenblatt | ca. 720 g |
| Umgebung | 5–45 °C, < 95 % r. F. nicht kondensierend | wie INFRA.sens | wie INFRA.sens |
| Durchfluss | 0,1–1,5 l/min (kalibriert 0,7–1 l/min) | wie INFRA.sens | wie INFRA.sens |
| Gasanschluss | Schlauch 4/6 mm, Viton oder PTFE | wie INFRA.sens | wie INFRA.sens |
| Schnittstellen | RS232, CAN; optional Modbus RTU, Analogausgang | RS232, CAN; optional Analogausgang | RS232, CAN; optional Modbus RTU, Analogausgang |
| PC-Voraussetzung | Windows 10/11 | Windows 10/11 | Windows 10/11 |

*Tabelle 49: Allgemeine technische Daten*

# Anhang A – Applikationshinweise

## A.1 Probenaufbereitung

Eine stabile Messung setzt partikelfreies Messgas, dessen Taupunkt unterhalb der Küvettentemperatur liegt, mit konstantem Druck und Durchfluss voraus (Kapitel 6.4). Typischer Aufbau: Gasentnahme → Partikelfilter → Messgaskühler → Pumpe → Durchflussmesser → Gasmessmodul → Abgas.

## A.2 Korrosive Gase

Für korrosive Gase wie $Cl_2$, $H_2S$ oder hohe $SO_2$-Konzentrationen die processline-Ausführung (Edelstahl 1.4571, optional mit Silcolloy® 2000 oder SilcoNert® 2000, Kapitel 4.4) und Edelstahl- oder PTFE-Leitungen verwenden.

## A.3 Trägergasabhängigkeit

Die Zusammensetzung des Trägergases kann die Anzeige beeinflussen. Justieren Sie den Nullpunkt kanalweise mit dem Trägergas Ihrer Anwendung.

## A.4 Querempfindlichkeiten

- NDUV: Wasserdampf, $CO_2$ und Kohlenwasserstoffe stören nicht.
- $NO_2$ hat eine Querempfindlichkeit auf die $SO_2$-Messung; sie wird bei gleichzeitiger $NO_2$-Messung kompensiert.
- O2.sens: Einfluss von Begleitgasen siehe Kapitel 3.6.

# Anhang B – Konformitätserklärung

Wi.Tec-Sensorik erklärt für die gelieferten Gasmessmodule (Lieferantenerklärung, Stand 05.08.2026):

| Regelwerk | Erklärung |
|---|---|
| RoHS – Richtlinie 2011/65/EU inkl. (EU) 2015/863 | Die Grenzwerte nach Anhang II werden ohne Inanspruchnahme von Ausnahmen nach Anhang III/IV eingehalten. |
| REACH – Verordnung (EG) 1907/2006 | Keine beschränkten Stoffe nach Anhang XVII, keine zulassungspflichtigen Stoffe nach Anhang XIV; SVHC der Kandidatenliste (Stand 04.02.2026) nicht über 0,1 % (w/w). |
| POP – Verordnung (EU) 2019/1021 | Keine Stoffe nach Anhang I oberhalb der Grenzwerte. |
| Konfliktmineralien – Verordnung (EU) 2017/821 | Zinn, Tantal, Wolfram und Gold stammen nicht aus Konflikt- und Hochrisikogebieten; Sorgfaltsprüfung nach OECD-Leitfaden. |
| Verpackung | Schwermetallgrenzwert 100 ppm (Summe Pb, Cd, Hg, Cr VI) eingehalten. |

*Tabelle 50: Erklärte Stoffkonformität*

Die unterschriebene Lieferantenerklärung ist auf den folgenden Seiten abgebildet. Der Kundenname ist geschwärzt.

Supplier's Declaration of Conformity

## Supplier's Declaration of Conformity

| | |
|---|---|
| **Supplier name:** | ***Wi.Tec – Sensorik GmbH*** |
| **Address:** | ***Schepersweg 41, 46485 Wesel – GERMANY*** |
| **Company Registration No.:** | ***HRB 27128 Duisburg*** |
| **Customer name:** | [redacted] |

**1. Does your company offer the following:**

☐ Materials

☐ Components

☒ Electrical or electronic equipment

☐ Logistics and packing services

☐ Other services: _____

Based on the current legislation and guidelines listed from point 2 to 8 below, the supplier has reviewed all restricted substances relevant to the products supplied. Reference list of restricted substances: green-instruments-restricted-substance-list.xlsx.

**2. Do your supplies comply with Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH) – Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals?**

☒ Yes

☐ No

☐ Not applicable

Weblink: Regulation (EC) No 1907/2006 (REACH), consolidated version

**Please choose the statements below that are true and relevant:**

☒ The supply does not contain restricted substances listed in Annex XVII of REACH (restrictions on manufacture, placing on the market and use of certain dangerous substances, mixtures and articles), in its version applicable at the date of this declaration.

☐ The supply consists of substances or mixtures (chemicals) which are registered according to REACH; a Safety Data Sheet is delivered as part of the supply.

☒ The supply does not contain substances of the REACH Authorisation List (Annex XIV) requiring authorisation.

**2a. REACH – Substances of Very High Concern (SVHC) / Candidate List**

Reference: Candidate List of substances of very high concern for Authorisation pursuant to Article 59(10) REACH, published by ECHA: https://echa.europa.eu/de/candidate-list-table

Version referenced for this declaration: Candidate List as last updated on 4 February 2026, comprising 253 entries (n-hexane and 4,4'-[2,2,2-trifluoro-1-(trifluoromethyl)ethylidene]diphenol and its salts added in the update of 4 February 2026). *This declaration always relates to the version of the Candidate List in force on the date of signature.*

☒ Substances of Very High Concern (SVHC) of the Candidate List are not present in a concentration above 0.1 % (w/w) in any of the articles supplied.

Template V. 2.0 – 08-2026 Page 1 of 5

*Abbildung 49: Lieferantenerklärung (Supplier's Declaration of Conformity), Seite 1 von 5*

Supplier's Declaration of Conformity

☐ One or more articles (at component level) contain SVHC of the Candidate List in a concentration above 0.1 % (w/w). The supplier informs the customer about the substance, its name, CAS/EC number and safe use instructions in accordance with Article 33 REACH.

☐ A document identifying the specific article and the relevant safety information about this SVHC is attached as PDF.

*Note on SCIP: where an article supplied contains an SVHC above 0.1 % (w/w), the supplier confirms that the corresponding notification to the ECHA SCIP database (Article 9(1)(i) of Directive (EU) 2018/851, Waste Framework Directive) has been made and the SCIP number is communicated to the customer.*

**3. Do your supplies comply with Directive 2011/65/EU (RoHS 2) on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment?**

☒ Yes

☐ No

☐ Not applicable

Applicable legal basis: Directive 2011/65/EU (RoHS 2) as amended, in particular by Commission Delegated Directive (EU) 2015/863 of 31 March 2015 amending Annex II (addition of the four phthalates DEHP, BBP, DBP, DIBP – applicable since 22 July 2019), together with all Delegated Directives amending Annexes III and IV (exemptions) applicable at the date of this declaration.

Weblinks: Directive 2011/65/EU (consolidated) | Delegated Directive (EU) 2015/863 | European Commission – RoHS

The maximum concentration values by weight in homogeneous materials according to Annex II of Directive 2011/65/EU are complied with:

| Restricted substance | Maximum concentration by weight in homogeneous material |
|---|---|
| Lead (Pb) | 0.1 % |
| Mercury (Hg) | 0.1 % |
| Cadmium (Cd) | 0.01 % |
| Hexavalent chromium (Cr VI) | 0.1 % |
| Polybrominated biphenyls (PBB) | 0.1 % |
| Polybrominated diphenyl ethers (PBDE) | 0.1 % |
| Bis(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) | 0.1 % |
| Butyl benzyl phthalate (BBP) | 0.1 % |
| Dibutyl phthalate (DBP) | 0.1 % |
| Diisobutyl phthalate (DIBP) | 0.1 % |

☒ The supplied products comply with the limit values above without the use of exemptions under Annex III / Annex IV.

☐ The supplied products make use of the following exemption(s) under Annex III / Annex IV:

_____

Template V. 2.0 – 08-2026 Page 2 of 5

*Abbildung 50: Lieferantenerklärung (Supplier's Declaration of Conformity), Seite 2 von 5*

Supplier's Declaration of Conformity

**4. Do your supplies comply with Regulation (EU) 2019/1021 on persistent organic pollutants (POP Regulation)?**

☒ Yes

☐ No

☐ Not applicable

Applicable legal basis: Regulation (EU) 2019/1021 of the European Parliament and of the Council of 20 June 2019 on persistent organic pollutants (recast), as amended, in particular by Commission Delegated Regulation (EU) 2025/718 (revision of the entries for PFOS, tightened unintentional trace contaminant limits and deletion of exemptions), Commission Delegated Regulation (EU) 2025/1930 (inclusion of Dechlorane Plus and its isomers in Annex I, applicable from 15 October 2025) and the Delegated Regulation including UV-328 in Annex I (phased UTC limits of 100 mg/kg, 10 mg/kg and 1 mg/kg).

Weblinks: Regulation (EU) 2019/1021 (consolidated) | ECHA – POPs

☒ The supplied products do not contain any substances listed in Annex I of Regulation (EU) 2019/1021 above the concentration limits specified therein – in particular PFOS and its derivatives, PFOA, its salts and PFOA-related compounds, PFHxS, its salts and related compounds, PFHxA, its salts and related compounds, short-chain chlorinated paraffins (SCCP), medium-chain chlorinated paraffins (MCCP) where listed, HBCDD, polybrominated diphenyl ethers (incl. decaBDE), UV-328, Dechlorane Plus and its isomers, and unintentionally produced POPs (PCDD/PCDF, PCB, HCB, PeCB).

☐ The supplied products contain the following POP substance(s) above the applicable limit value(s):

_____

☒ The supplier monitors amendments to Annex I and Annex II of the POP Regulation and will inform the customer without undue delay if a newly listed substance affects the products supplied.

**5. Declaration on conflict minerals**

Applicable legal basis: Regulation (EU) 2017/821 of the European Parliament and of the Council of 17 May 2017 laying down supply chain due diligence obligations for Union importers of tin, tantalum and tungsten, their ores, and gold originating from conflict-affected and high-risk areas (applicable since 1 January 2021), the OECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas, and Section 1502 of the US Dodd-Frank Wall Street Reform and Consumer Protection Act.

Weblinks: Regulation (EU) 2017/821 | Responsible Minerals Initiative (CMRT)

☒ Yes – the supplied products comply with the requirements set out above.

☐ No

☐ Not applicable – the supplied products do not contain tin, tantalum, tungsten or gold (3TG).

| Mineral / metal (3TG) | Status in supplied products |
|---|---|
| Tin (Sn) / cassiterite | Not sourced from conflict-affected or high-risk areas (CAHRA) |
| Tantalum (Ta) / columbite-tantalite | Not sourced from conflict-affected or high-risk areas (CAHRA) |
| Tungsten (W) / wolframite | Not sourced from conflict-affected or high-risk areas (CAHRA) |
| Gold (Au) | Not sourced from conflict-affected or high-risk |

Template V. 2.0 – 08-2026 Page 3 of 5

*Abbildung 51: Lieferantenerklärung (Supplier's Declaration of Conformity), Seite 3 von 5*

Supplier's Declaration of Conformity

| Mineral / metal (3TG) | Status in supplied products |
|---|---|
| | areas (CAHRA) |

☒ To the best of our knowledge and based on information obtained from our supply chain, the 3TG contained in the supplied products do not directly or indirectly finance or benefit armed groups in conflict-affected and high-risk areas.

☒ The supplier operates a due diligence process in its supply chain in line with the OECD Due Diligence Guidance and requests corresponding declarations from its own suppliers.

☐ A completed Conflict Minerals Reporting Template (CMRT, RMI – current version) is attached to / available on request with this declaration.

*Note: On 16 October 2025 the European Commission recognised the Responsible Minerals Assurance Process (RMAP) of the Responsible Minerals Initiative as a supply chain due diligence scheme under Regulation (EU) 2017/821. The RMI updated the CMRT most recently on 17 April 2026.*

**6. Further substance-related obligations**

☒ Packaging placed on the market complies with the heavy-metal limit of 100 ppm (sum of Pb, Cd, Hg, Cr VI) pursuant to the applicable EU packaging legislation.

☒ The supplier is not aware of any further legally binding substance restrictions applicable to the supplied products that are not covered by this declaration.

**7. Non-compliance**

If your supplies do not comply with any of the above requirements, please specify the restricted substances contained in your supply, the affected articles and the concentrations:

_____

_____

**8. Validity and obligation to notify changes**

This declaration is issued on the supplier's sole responsibility and is based on the information available to the supplier at the date of signature, including declarations obtained from upstream suppliers and, where applicable, analytical data. It applies to the articles listed below in the versions supplied at the date of signature.

The supplier undertakes to inform the customer without undue delay in writing if the products supplied cease to comply with the requirements declared above, if a substance newly added to the REACH Candidate List, to Annex XIV or XVII of REACH, to Annex II of Directive 2011/65/EU or to Annex I of Regulation (EU) 2019/1021 affects the products supplied, or if the composition of the products changes in a way that is relevant to this declaration.

**Purchased items covered by this declaration**

| Article | Article |
|---|---|
| ULTRA.sens "GAS" AK100 | HUMI.sens HR |
| ULTRA.sens NOx AK100 TBH | µP.sens |
| ULTRA.sens "GAS" AK250 | P.sens |
| ULTRA.sens "GAS" AK550 | KOMBI.sens ULR "GAS" AK550/AK5 |

Template V. 2.0 – 08-2026 Page 4 of 5

*Abbildung 52: Lieferantenerklärung (Supplier's Declaration of Conformity), Seite 4 von 5*

Supplier's Declaration of Conformity

| Article | Article |
|---|---|
| INFRA.sens "GAS" AK2 | KOMBI.sens "GAS" AK5/AK250 |
| INFRA.sens "GAS" AK5 | INFRA.sens "GAS" AK2/AK5/AK20/AK100G/AK250G -compact |
| INFRA.sens "GAS" AK20 | |
| INFRA.sens "GAS" AK100G | |
| INFRA.sens "GAS" AK250G | |
| KOMBI.sens "GAS" | |

| Date of declaration: | Signature and name: |
|---|---|
| 05.08.2026 | |

Template V. 2.0 – 08-2026 Page 5 of 5

*Abbildung 53: Lieferantenerklärung (Supplier's Declaration of Conformity), Seite 5 von 5*

# Anhang C – Glossar und Abkürzungen

| Begriff | Bedeutung |
|---|---|
| AK | Analysenküvette; die Zahl gibt die Länge in mm an (z. B. AK250 = 250 mm) |
| AZF | Auto-Zero-Funktion, automatische Nullpunktjustierung |
| Basisboard | Auswerteelektronik des Gasmessmoduls |
| Ch1–Ch4 | Gasmesskanäle 1 bis 4 |
| Device-ID | Kennung der Kanalkonfiguration (Gasart und Messverfahren je Kanal) |
| EC | elektrochemisch |
| EDL | Electrodeless Discharge Lamp, elektrodenlose Gasentladungslampe |
| ESD | Electrostatic Discharge, elektrostatische Entladung |
| Gasmessmodul | Oberbegriff für INFRA.sens, ULTRA.sens, KOMBI.sens usw. |
| Justierung | Einstellen des Messgeräts, sodass die Anzeige dem Sollwert entspricht |
| Kalibrierung | Feststellen der Abweichung zwischen Anzeige und Sollwert ohne Eingriff |
| MBEW (F.S.) | Messbereichsendwert (Full Scale) |
| MEMS | Mikro-elektromechanisches System |
| NDIR / NDUV | nichtdispersive Infrarot- bzw. Ultraviolettabsorption |
| Nullgas / Prüfgas | Gas ohne Messkomponente / Gas mit bekannter Konzentration |
| P.sens | Drucksensor |
| RMA | Return Merchandise Authorization, Rücksendenummer |
| WLD | Wärmeleitfähigkeitsdetektor |