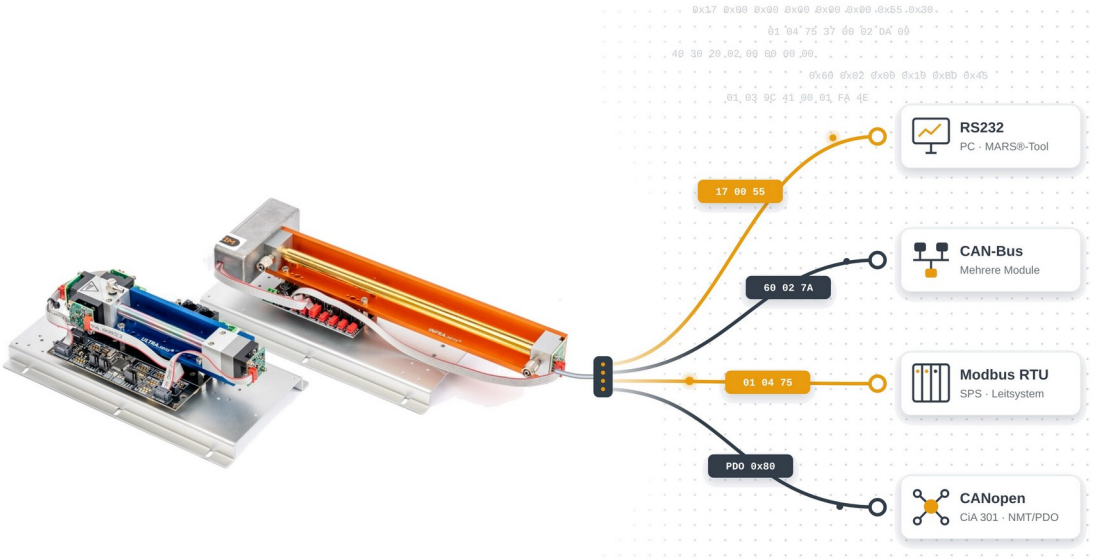
Kommunikationshandbuch

Digitale Schnittstellen der OEM-Gasmessmodule

RS232 · CAN-Bus · Modbus RTU · CANopen



Dokument	Kommunikationshandbuch (Ergänzung zur Betriebsanleitung Gasmessmodule)
Dokumentnummer	–
Revision	1.0, 11/2026
Gültig ab	Basisboard V1.8.x / V1.9.x / IR-compact V2.0.x; Firmware RS232/CAN > 5.43, Modbus > 5540, CANopen ≥ 5.549 (Objektverzeichnis V1.8)
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 die bisherigen Einzeldokumente ihre Gültigkeit: Manual RS232 COM 10, Manual CANbus COM 06 (Rev. 06-02.1), Manual MODBUS Rev. 1.7 und CANopen Object Dictionary V1.8.

Inhaltsverzeichnis

0 Zu diesem Handbuch 5
0.1 Gültigkeit 5
0.2 Zielgruppe 5
0.3 Mitgeltende Unterlagen 5
0.4 Darstellungskonventionen 6
0.5 Revisionshistorie 6
1 Sicherheit 7
1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung 7
1.2 Sicherheitshinweise zur Kommunikation 7
2 Schnittstellen im Überblick 8
2.1 Verfügbare Schnittstellen 8
2.2 Auswahl der Schnittstelle 8
2.3 Anschlüsse nach Ausführung 8
2.4 Verbindung zum PC 10
2.5 Zubehör für die Kommunikation 11
3 Datenformate und Kanalzuordnung 12
3.1 Zahlendarstellung und Byte-Reihenfolge 12
3.2 Datentypen 12
3.3 Kanalzuordnung 12
4 RS232 (ASCII-Protokoll) 13
4.1 Schnittstellenparameter 13
4.2 Telegrammaufbau 13
4.3 Antwort des Moduls 13
4.4 Beispiele 14
4.5 Abfrage mit einem Terminalprogramm 14
4.6 Kabellänge 15
5 CAN-Bus (Wi.Tec-Protokoll) 16
5.1 Schnittstellenparameter 16
5.2 Telegrammaufbau 16
5.3 Beispiele 17
5.4 Hardware-Anschluss 17
5.5 Busabschluss 19
6 Befehlsliste RS232 und CAN 20
6.1 Messwerte 20
6.2 Justierung 21
6.3 Zusatzsensoren 22
6.4 Auto-Zero-Funktion und Strahlungsquellen 22
6.5 Rohsignale und Diagnose 23
6.6 Konfiguration 24
6.7 Geräteinformationen 24

6.8 Justierung über die Schnittstelle....26
7 Modbus RTU....27
7.1 Schnittstellenparameter....27
7.2 Funktionscodes und Adressierung....27
7.3 Telegrammaufbau....28
7.4 Registerliste Messwerte....29
7.5 Registerliste Justierung und Steuerung....30
7.6 Registerliste Geräteinformationen....32
7.7 Beispiele....32
7.8 Modbus-Adresse ändern....33
7.9 Hardware-Anschluss....34
7.9.1 Connector Board MBB V1.0 (ohne Thermobox)....34
7.9.2 Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss....35
7.9.3 Busaufbau und Abschluss....36
8 CANopen....37
8.1 Konfiguration....37
8.2 Hardware-Anschluss....37
8.3 Netzwerkmanagement (NMT)....38
8.4 Prozessdaten (PDO)....39
8.5 Servicedaten (SDO)....40
8.6 Kommunikationsobjekte....41
8.7 Herstellerspezifische Objekte....42
8.7.1 Geräteobjekte....42
8.7.2 Messkanäle....44
8.7.3 Strahlungsquellen....45
8.7.4 Diagnose....45
8.7.5 Linearisierung und Temperaturkompensation....46
8.7.6 Zusatzsensoren....47
9 Statusbyte und Device-ID....48
9.1 Statusbyte....48
9.2 Device-ID (Config ID)....49
9.3 Messeinheiten....50
10 Störungsbehebung....51
Anhang A – Umrechnung IEEE 754....52
Anhang B – Glossar und Abkürzungen....53

0 Zu diesem Handbuch

Dieses Kommunikationshandbuch beschreibt die digitalen Schnittstellen der Wi.Tec-Gasmessmodule: Telegrammaufbau, Befehle, Register und Objekte für RS232, CAN-Bus, Modbus RTU und CANopen. Es ergänzt die Betriebsanleitung Gasmessmodule, die Einbau, elektrischen Anschluss, Inbetriebnahme und Justierung beschreibt. Bewahren Sie beide Dokumente zusammen auf.

0.1 Gültigkeit

Schnittstelle	Protokoll	Firmware / Stand	Bisheriges Dokument
RS232	Wi.Tec-Binärbefehle, Antwort als ASCII	aktuelle Firmware	Manual RS232 COM 10
CAN-Bus	Wi.Tec-CAN-Protokoll (8-Byte-Telegramme)	Firmware > 5.43	Manual CANbus COM 06, Rev. 06-02.1
Modbus RTU (Option)	Modbus RTU über RS485	Firmware > 5540	Manual MODBUS Rev. 1.7
CANopen (Option)	CANopen nach CiA 301 (NMT, SDO, PDO)	Objektverzeichnis V1.8, Firmware ≥ 5.549	CANopen Object Dictionary V1_8

Tabelle 1: Geltungsbereich dieses Handbuchs

Das Handbuch gilt für INFRA.sens®, ULTRA.sens®, KOMBI.sens® und die Zusatzsensoren HUMI.sens®, O2.sens und P.sens mit den Basisboards V1.8.x, V1.9.x und IR-compact V2.0.x sowie für Module in der Thermobox V5. Für TDLAS-Module (CH_4) sind zusätzliche Modbus-Register beschrieben (Kapitel 7.4).

0.2 Zielgruppe

Das Handbuch richtet sich an Integratoren, Steuerungs- und Softwareentwickler, die Gasmessmodule in eigene Steuerungen (SPS, Mikrocontroller, PC-Software) einbinden. Vorausgesetzt werden Grundkenntnisse in serieller Datenübertragung, im Hexadezimalsystem und im Gleitkommaformat IEEE 754; für Kapitel 8 Grundkenntnisse in CANopen.

0.3 Mitgeltende Unterlagen

Dokument	Inhalt	Bezug
Betriebsanleitung Gasmessmodule	Elektrischer Anschluss und Pinbelegungen (Kapitel 7), Justierung mit Null- und Prüfgas (Kapitel 10), Statusmeldungen (Kapitel 11)	liegt der Lieferung bei
Datenblatt des Moduls	Messbereich, Kanalbelegung, Optionen	liegt der Lieferung bei
Handbuch MARS®-Tool light	Bedienung der PC-Software, Einstellen von Baudrate, CAN-IDs und Modbus-Adresse	Download (www.witec-sensorik.de)

Tabelle 2: Mitgeltende Unterlagen

0.4 Darstellungskonventionen

- Hexadezimale Werte beginnen mit „0x“, z. B. 0x17. Telegramme werden Byte für Byte in Übertragungsreihenfolge dargestellt, z. B. `17 00 00 00 00 00 55 00`.
- Gasmesskanäle heißen CH1 bis CH4. Welches Gas auf welchem Kanal gemessen wird, steht auf dem Typenschild und ist über die Device-ID auslesbar (Kapitel 9.2).
- Zugriffsrechte: R = nur lesen, W = nur schreiben, RW = lesen und schreiben (bei CANopen: ro, wo, rw).
- Im Text werden Dezimalzahlen mit Komma geschrieben (1,00482). Das Modul sendet ASCII-Werte mit Dezimalpunkt (1.00482).

0.5 Revisionshistorie

Revision	Datum	Änderung
0.1	10/2026	Vorabversion. Fasst die bisherigen Handbücher Manual RS232 COM 10, Manual CANbus COM 06 (Rev. 06-02.1), Manual MODBUS Rev. 1.7 und CANopen Object Dictionary V1.8 zusammen und ergänzt sie um den aktuellen Firmwarestand.
1.0	11/2026	Erste freigegebene Ausgabe. Kapitel 8 (CANopen) an Firmware 5.549 angepasst: NMT-Zustand Stopped, Heartbeat-Einstellung 0x1017, SDO-Abbruchcodes, PDO-Parameter 0x1800–0x1A03.

Tabelle 3: Revisionshistorie

1 Sicherheit

Beachten Sie zusätzlich die Sicherheitshinweise in Kapitel 1 der Betriebsanleitung Gasmessmodule. Die Sicherheitshinweise sind dort wie hier nach ISO 3864-2 / ANSI Z535.6 aufgebaut.

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Schnittstellen dienen zum Auslesen von Messwerten und Statusinformationen, zum Justieren und zum Konfigurieren der Gasmessmodule durch eine übergeordnete Steuerung oder einen PC. Verwenden Sie nur die in diesem Handbuch beschriebenen Befehle, Register und Objekte. Nicht dokumentierte Befehle können Werkseinstellungen verändern.

1.2 Sicherheitshinweise zur Kommunikation

⚠ WARNUNG

Fehlmessung durch unbeabsichtigte Schreibbefehle

Justier- und Konfigurationsbefehle überschreiben Kalibrierdaten im internen EEPROM. Ein Nullpunkt, der ohne Nullgas gesetzt wird, oder ein falscher Prüfgaswert führt zu dauerhaft falschen Messwerten. Wird das Modul für Sicherheitsfunktionen genutzt, z. B. zur Gaswarnung, können Gefahren unerkannt bleiben.

- ▶ Justierbefehle nur senden, wenn das passende Null- oder Prüfgas stabil anliegt (Betriebsanleitung, Kapitel 10).
- ▶ Schreibzugriffe in der Steuerung gegen versehentliches Auslösen verriegeln.
- ▶ Nach jeder Justierung den Messwert mit Prüfgas kontrollieren.

! HINWEIS

Beschädigung der Schnittstellen

Falsch angeschlossene Leitungen, Potenzialunterschiede zwischen den Teilnehmern und elektrostatische Entladung können die Schnittstellenbausteine auf dem Basisboard zerstören.

- ▶ Datenleitungen nur bei ausgeschalteter Versorgung anschließen oder trennen.
- ▶ Pinbelegung vor dem Einschalten prüfen (Kapitel 2.3 und Betriebsanleitung, Kapitel 7).
- ▶ GND_M der Modbus-Schnittstelle niemals mit Erde oder PE verbinden (Kapitel 7.9).

2 Schnittstellen im Überblick

2.1 Verfügbare Schnittstellen

Schnittstelle	Physik	Werkseinstellung	Typische Anwendung
RS232	RS232, Punkt-zu-Punkt	115 200 Baud (fest), 8N1	Inbetriebnahme, Service, MARS®-Tool, kurze Leitungen
CAN-Bus	CAN (ISO 11898), Bus	250 kBaud, Empfangs-ID 0x300, Sende-ID 0x208	Mehrere Module an einer Steuerung
Modbus RTU (Option)	RS485, Bus	Adresse 1, Baudrate und Parität nach Bestellung	Anbindung an SPS und Leitsysteme
CANopen (Option)	CAN (ISO 11898), Bus	Node-ID 4, Heartbeat 500 ms	Einbindung in CANopen-Netzwerke

Tabelle 4: Digitale Schnittstellen der Gasmessmodule

2.2 Auswahl der Schnittstelle

- **RS232** ist auf jedem Basisboard vorhanden und dient vor allem der Inbetriebnahme und dem Service. Bei 115 200 Baud ist die Leitungslänge auf etwa 2 m begrenzt (Kapitel 4.6).
- **CAN-Bus** ist auf jedem Basisboard vorhanden. Mehrere Module lassen sich über die parallel geschalteten Buchsen durchschleifen.
- **Modbus RTU** ist eine Option. RS232 und Modbus nutzen dieselbe serielle Schnittstelle des Mikrocontrollers; die aktive Schnittstelle wird mit DIP-Schaltern gewählt (Kapitel 7.9).
- **CANopen** ist eine Firmware-Option für die CAN-Schnittstelle. Proprietäres CAN-Protokoll und CANopen sind nicht gleichzeitig aktiv.

Information

Ist ein Modul in der Thermobox auf Modbus konfiguriert, ist keine Kommunikation über RS232 mehr möglich, da sich der Umschalter innerhalb der Thermobox befindet. Für Service-Zugriffe über das MARS®-Tool muss die Thermobox geöffnet werden.

2.3 Anschlüsse nach Ausführung

Die Tabelle zeigt, wo die Schnittstellen bei den einzelnen Ausführungen herausgeführt sind. Lage der Steckverbinder und vollständige Pinbelegungen: Betriebsanleitung, Kapitel 7.3.

Ausführung	RS232	CAN-Bus	Modbus RTU
Basisboard V1.9.x	CON3: D-Sub 9, Pin 2 TxD, Pin 3 RxD, Pin 5 GND	X1, X4 (RJ45) und X2, X3 (4-polig)	–
Basisboard V1.8.x	CON3: Stiftleiste 10-polig, Pin 3 TxD, Pin 5 RxD, Pin 9 GND	X1, X4 (RJ45) und X2, X3 (4-polig)	–
Basisboard IR-compact V2.0.x	RS232 (2,54 mm, 3-polig): Pin 1 RxD, Pin 2 TxD, Pin 3 GND	CAN (2,54 mm, 3-polig)	–
Connector Board MBB V1.0	D-Sub 9	–	MODBUS 1 und 2 (RJ45)
Thermobox V5	D-Sub 9: Pin 2 TxD, Pin 3 RxD, Pin 5 GND	CAN (3,5 mm, 4-polig)	–
Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss	D-Sub 9 (nur nutzbar, wenn intern auf RS232 geschaltet)	CAN (3,5 mm, 4-polig)	MODBUS (4-polig)

Tabelle 5: Lage der Schnittstellen je Ausführung

2.4 Verbindung zum PC

Für die Verbindung mit dem PC wird ein USB/RS232-Adapter oder ein CAN-USB-Adapter benötigt. Die folgenden Abbildungen zeigen die Verbindung über RS232 für die drei Grundkonfigurationen.

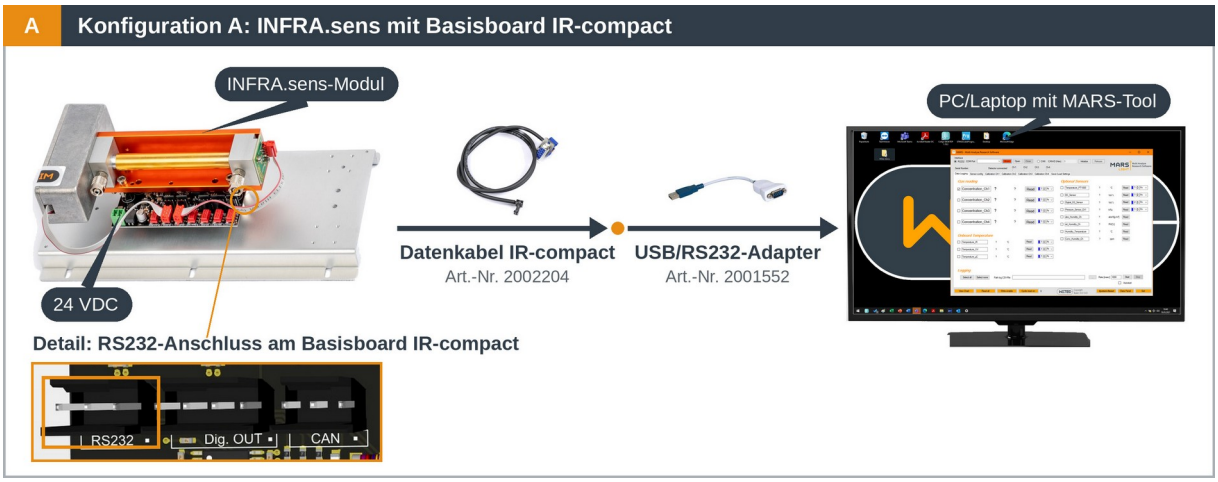


Abbildung 1: Konfiguration A: INFRA.sens mit Basisboard IR-compact – Datenkabel IR-compact am RS232-Anschluss des Basisboards, USB/RS232-Adapter am PC

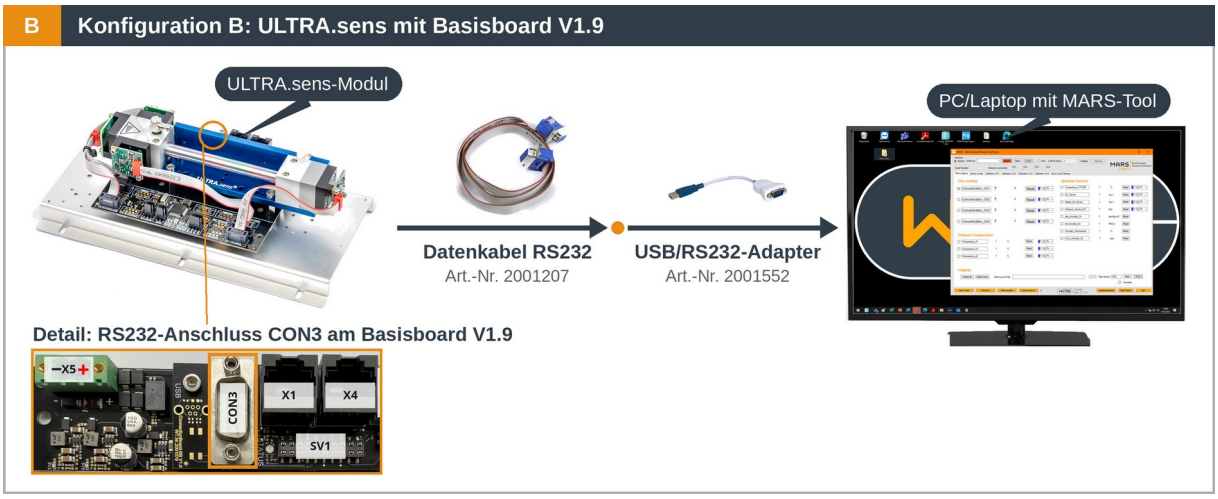


Abbildung 2: Konfiguration B: ULTRA.sens mit Basisboard V1.9 – Datenkabel RS232 an der D-Sub-Buchse CON3, USB/RS232-Adapter am PC

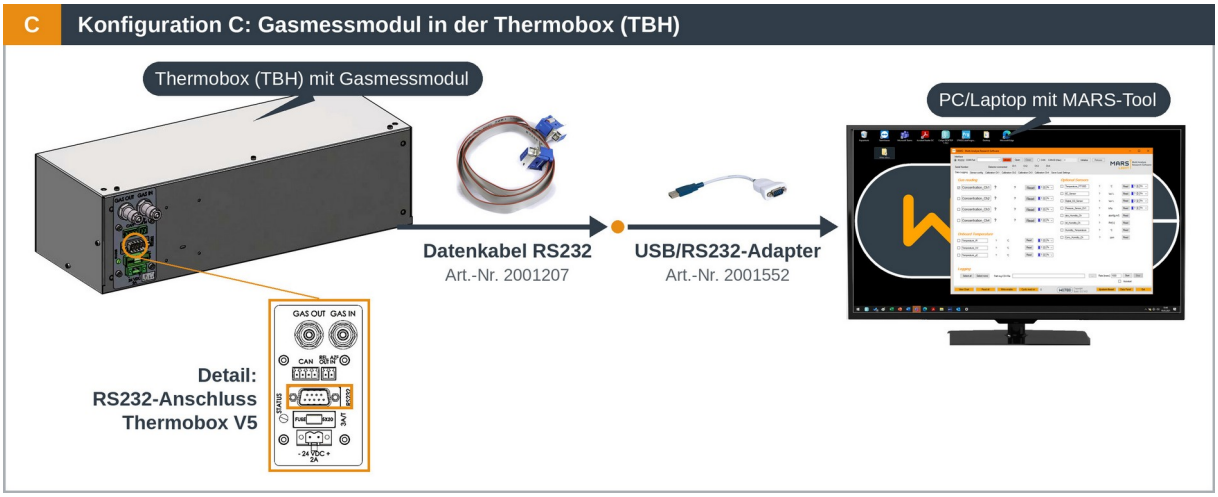


Abbildung 3: Konfiguration C: Gasmessmodul in der Thermobox (TBH) – Datenkabel RS232 an der D-Sub-Buchse der Thermobox, USB/RS232-Adapter am PC

2.5 Zubehör für die Kommunikation

Artikel	Art.-Nr.	Hinweis
USB/RS232-Adapter	2001552	
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
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	

Tabelle 6: Zubehör für die Kommunikation

3 Datenformate und Kanalzuordnung

3.1 Zahlendarstellung und Byte-Reihenfolge

Schnittstelle	Byte-Reihenfolge	Beispiel 6050,0 als FLOAT
RS232 (Befehl an das Modul)	Little Endian: niederwertigstes Byte zuerst (LSB first)	`00 10 BD 45`
CAN-Bus (beide Richtungen)	Little Endian: niederwertigstes Byte zuerst (LSB first)	`00 10 BD 45`
Modbus RTU	Big Endian: höherwertiges Byte und höherwertiges Register zuerst	`45 BD 10 00`
CANopen (SDO, PDO)	Little Endian nach CiA 301	`00 10 BD 45`

Tabelle 7: Byte-Reihenfolge der Schnittstellen

Im RS232-Betrieb antwortet das Modul nicht binär, sondern mit einer ASCII-Zeichenkette (Kapitel 4.3). Umrechnungsbeispiele für IEEE 754 enthält Anhang A.

3.2 Datentypen

Datentyp	Größe	Beschreibung
UINT8	1 Byte	Ganzzahl ohne Vorzeichen, 0–255
UINT16	2 Byte	Ganzzahl ohne Vorzeichen, 0–65 535
UINT32	4 Byte	Ganzzahl ohne Vorzeichen
FLOAT	4 Byte	Gleitkommazahl einfacher Genauigkeit nach IEEE 754
BOOL	1 Byte (CAN) bzw. 1 Register (Modbus)	Schalt- oder Triggerwert (0 oder 1)

Tabelle 8: Datentypen

3.3 Kanalzuordnung

Die Gasmesskanäle sind fest den Messverfahren zugeordnet. CH1 und CH2 gehören zum IR-Teil (INFRA.sens), CH3 und CH4 zum UV-Teil (ULTRA.sens). Bei einem KOMBI.sens sind alle vier Kanäle belegbar. Die Schnittstellen sprechen die Kanäle unterschiedlich an:

Kanal	RS232 / CAN: Befehl, Frame-Index	Modbus: Register	CANopen: Objekt
CH1 (IR)	0x17, Index 0	3005	0x2030 (Element 1)
CH2 (IR)	0x17, Index 1	3007	0x2040 (Element 1)
CH3 (UV)	0x0F, Index 0	3001	0x2010 (Element 0)
CH4 (UV)	0x0F, Index 1	3003	0x2020 (Element 0)

Tabelle 9: Ansprechen der Konzentrationswerte je Kanal

4 RS232 (ASCII-Protokoll)

Über RS232 sendet die Steuerung binäre 8-Byte-Befehle an das Modul. Das Modul antwortet mit einer lesbaren ASCII-Zeichenkette. Die Antworten lassen sich daher direkt in einem Terminalprogramm oder im MARS®-Tool anzeigen.

4.1 Schnittstellenparameter

Parameter	Wert
Baudrate	115 200 Baud (fest, nicht einstellbar)
Datenbits	8
Stoppbits	1
Parität	keine
Datenformat Befehl (an das Modul)	UINT: LSB first; FLOAT: IEEE 754, Little Endian
Datenformat Antwort (vom Modul)	ASCII-Zeichenkette, max. 15 Byte einschließlich CR/LF

Tabelle 10: RS232-Schnittstellenparameter

4.2 Telegrammaufbau

Jeder Befehl besteht aus genau 8 Byte. Derselbe Aufbau gilt für den CAN-Bus (Kapitel 5.2).

Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
Feld	Cmd	Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3	R/W	Selector
Beispiel	0x17	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x55	0x00

Tabelle 11: Aufbau eines Befehls (Beispiel: Konzentration CH1 lesen)

Byte	Feld	Bedeutung
1	Command	Befehlskennung (Kapitel 6). Das Modul wiederholt sie in der Antwort (CAN), damit die Steuerung die Antwort zuordnen kann.
2	Frame-Index	Unterindex, wenn ein Befehl mehrere Werte umfasst, z. B. Kanal 0–3 bei der Endpunktjustierung.
3–6	Data 0 – Data 3	Nutzdaten beim Schreiben, LSB first: FLOAT und UINT32 in Data 0–3, UINT16 in Data 0–1, UINT8 in Data 0. Beim Lesen 0x00.
7	Read/Write	0x55 = lesen, 0x7A = schreiben. In der Antwort steht hier der Gerätestatus: 0x03 = normal.
8	Selector	Bei RS232 ohne Bedeutung (Platzhalter, in den Beispielen 0x00). Beim CAN-Bus fest 0x30.

Tabelle 12: Bedeutung der Bytes im Befehl

4.3 Antwort des Moduls

Das Modul antwortet mit dem angefragten Wert als ASCII-Zeichenkette, abgeschlossen mit CR (0x0D) und LF (0x0A). Die Zeichenkette ist einschließlich CR/LF höchstens 15 Byte lang.

Konzentrationen werden in der eingestellten Messeinheit (ppm oder Vol.-%) ausgegeben, Temperaturen in °C.

Information

Auf Schreibbefehle antwortet das Modul ebenfalls mit ASCII, z. B. mit dem berechneten Korrekturfaktor nach einer Endpunktjustierung (Kapitel 4.4).

Auf reine Triggerbefehle antwortet das Modul mit dem gesetzten Zustand als ASCII-Zeichen: „1“ = True, „0“ = False, jeweils gefolgt von CR LF. Abweichend davon melden Nullpunkt setzen, Strahler ein/aus und UV-LED ein/aus einen Wert zurück (Kapitel 6).

Auf unbekannte Befehle antwortet das Modul nicht. Sehen Sie in der Steuerung deshalb eine Zeitüberwachung (Timeout) für die Antwort vor.

4.4 Beispiele

Aktion	Richtung	Telegramm	Bedeutung
Konzentration CH1 lesen	an Modul	`17 00 00 00 00 00 55 00`	Command 0x17, Index 0, lesen
	vom Modul	<Wert> CR LF	Konzentration CH1 in ppm bzw. Vol.-% als ASCII
Temperatur CH1 lesen	an Modul	`18 00 00 00 00 00 55 00`	Command 0x18, Index 0, lesen
	vom Modul	<Wert> CR LF	Temperatur des IR-Detektors in °C als ASCII
Nullpunkt aller Kanäle setzen	an Modul	`11 00 00 00 00 00 7A 00`	Command 0x11, Index 0, schreiben (Triggerbefehl)
	vom Modul	0 CR LF	Nullpunkt gesetzt
Endpunkt CH3 justieren	an Modul	`60 02 00 10 BD 45 7A 30`	Command 0x60, Index 2 (= CH3), Prüfgas 6050,0 ppm, schreiben
	vom Modul	1.00482 CR LF	berechneter Korrekturfaktor

Tabelle 13: RS232-Beispieltelegramme

Zum Beispiel der Endpunktjustierung: Am Modul liegt Prüfgas mit zertifiziert 6050,00 ppm an (Kanal 3, UV low), das Modul zeigt 6021,00 ppm. Die Steuerung sendet den Sollwert 6050,0 (FLOAT, LSB first: `00 10 BD 45`). Das Modul berechnet den Korrekturfaktor 1,00482, speichert ihn im internen EEPROM und sendet ihn zurück.

Information

Bei RS232 wird das Selector-Byte nicht ausgewertet; das Beispiel der Endpunktjustierung kann daher unverändert auch für den CAN-Bus verwendet werden.

4.5 Abfrage mit einem Terminalprogramm

Für einfache Abfragen ohne MARS®-Tool genügt ein Terminalprogramm, das Bytes hexadezimal senden kann, z. B. HTerm.

Voraussetzung: Modul ist versorgt und über ein RS232-Datenkabel und den USB/RS232-Adapter mit dem PC verbunden (Kapitel 2.4); bei Modbus-Ausführungen ist die Schnittstelle auf RS232 geschaltet (Kapitel 7.9).

1. Im Geräte-Manager von Windows den COM-Port des USB/RS232-Adapters ermitteln.
2. Im Terminalprogramm den COM-Port wählen und 115 200 Baud, 8 Datenbits, keine Parität, 1 Stoppbit einstellen.
3. Eingabeformat auf „Hex“ und Anzeige der empfangenen Daten auf „ASCII“ stellen.
4. Verbindung öffnen und den Befehl `17 00 00 00 00 00 55 00` senden.

   ✔️ **Ergebnis:** Das Modul antwortet mit der Konzentration von CH1 als lesbarer Zahl, gefolgt von einem Zeilenumbruch.

4.6 Kabellänge

Die RS232-Schnittstelle arbeitet fest mit 115 200 Baud. Bei dieser Baudrate ist die RS232-Leitung auf etwa 2 m begrenzt. Für größere Entfernungen CAN oder Modbus verwenden oder einen RS232-Isolator/Verstärker einsetzen; abgeschirmte, kapazitätsarme Kabel verwenden.

5 CAN-Bus (Wi.Tec-Protokoll)

Das CAN-Protokoll verwendet denselben Befehlssatz wie RS232 (Kapitel 6). Anders als bei RS232 antwortet das Modul binär: Die Antwort enthält den Wert als Datenbytes und einen Statuscode.

5.1 Schnittstellenparameter

Parameter	Werkseinstellung	Änderbar
Baudrate	250 kBaud	ja, mit dem MARS®-Tool
Empfangs-ID (Telegramme an das Modul)	0x300	ja, mit dem MARS®-Tool
Sende-ID (Antworten des Moduls)	0x208	ja, mit dem MARS®-Tool
Telegrammlänge	8 Byte, davon 4 Nutzdatenbytes (Data 0–3)	–
Datenformat	LSB first; FLOAT nach IEEE 754	–

Tabelle 14: CAN-Schnittstellenparameter

Information

Werden mehrere Module an einem Bus betrieben, braucht jedes Modul eigene Empfangs- und Sende-IDs. Stellen Sie die IDs vor dem Zusammenschalten einzeln über RS232 mit dem MARS®-Tool ein.

5.2 Telegrammaufbau

Telegramme an das Modul sind aufgebaut wie bei RS232 (Kapitel 4.2); Byte 8 (Selector) ist fest **0x30**. Die Antwort des Moduls hat folgenden Aufbau:

Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
an Modul	Cmd	Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3	R/W	0x30
vom Modul	Cmd	Index	Data 0	Data 1	Data 2	Data 3	Status	n. b.

Tabelle 15: Aufbau von CAN-Telegramm und Antwort

- Command und Frame-Index werden in der Antwort wiederholt.
- Data 0–3 enthalten den Wert im angegebenen Datentyp, LSB first.
- Status: Gerätestatus, 0x03 = normal. Dieser Statuscode ist nicht identisch mit dem Statusbyte (Kapitel 9.1).
- Byte 8 ist in der Antwort nicht belegt (n. b.).

5.3 Beispiele

Aktion	Richtung	Telegramm (Byte 1–8)	Bedeutung
Konzentration CH1 lesen	an Modul	`17 00 00 00 00 00 55 30`	Command 0x17, Index 0, lesen
	vom Modul	`17 00 D0 D1 D2 D3 ST xx`	Konzentration als FLOAT in Data 0–3
Temperatur CH1 lesen	an Modul	`18 00 00 00 00 00 55 30`	Command 0x18, Index 0, lesen
	vom Modul	`18 00 D0 D1 D2 D3 ST xx`	Temperatur IR-Detektor als FLOAT
Endpunkt CH3 justieren	an Modul	`60 02 00 10 BD 45 7A 30`	Prüfgas 6050,0 ppm auf CH3, schreiben
	vom Modul	`60 02 F1 9D 80 3F ST xx`	Korrekturfaktor 0x3F809DF1 = 1,00482

Tabelle 16: CAN-Beispieltelegramme (ST = Status)

5.4 Hardware-Anschluss

Ausführung	Steckverbinder	Pinbelegung
Basisboard V1.8.x und V1.9.x	X1, X4: RJ45 (parallel geschaltet)	Pin 1 GND, Pin 4 CAN-H, Pin 5 CAN-L
	X2, X3: 4-polig, 3,5 mm (IMO 20.1550M/4-E)	Pin 1 GND, Pin 2 CAN-L, Pin 3 CAN-H
Basisboard IR-compact V2.0.x	CAN: 3-polig, 2,54 mm	Pin 1 CAN-L, Pin 2 CAN-H, Pin 3 GND
Thermobox V5	CAN: 4-polig, 3,5 mm (Würth 691366110004)	Pin 1 GND, Pin 2 CAN-L, Pin 3 CAN-H; Pin 1 liegt rechts
Thermobox, ältere Ausführung	CAN: D-Sub 9, Buchse	Pin 2 CAN-L, Pin 3 GND, Pin 7 CAN-H

Tabelle 17: Pinbelegung der CAN-Anschlüsse

Passende Gegenstecker für den 3-poligen CAN-Anschluss des Basisboards IR-compact: WR-WTB 2,54 mm Female IDC Connector (Würth), Art.-Nr. 661003151922 für Litzen AWG 22–24, Art.-Nr. 661003152022 für AWG 26–28.

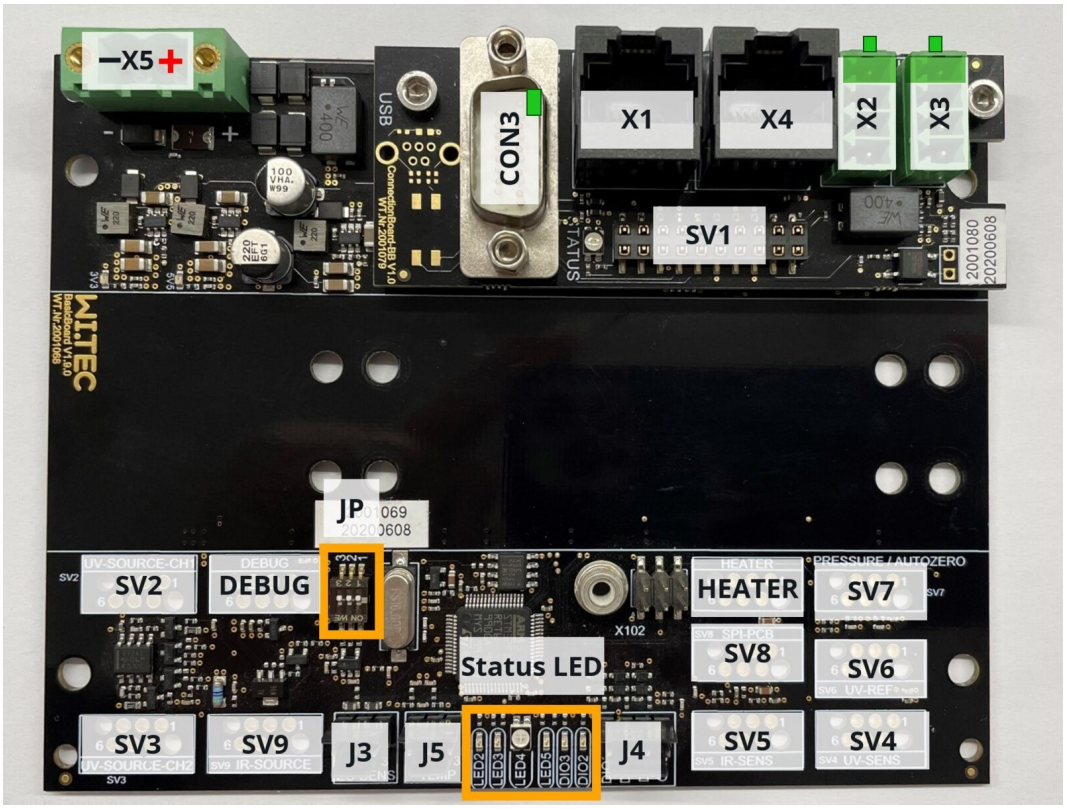


Abbildung 4: Basisboard V1.9.x – Lage der Steckverbinder (CAN: X1, X4, X2, X3; RS232: CON3; Pin 1 grün markiert)

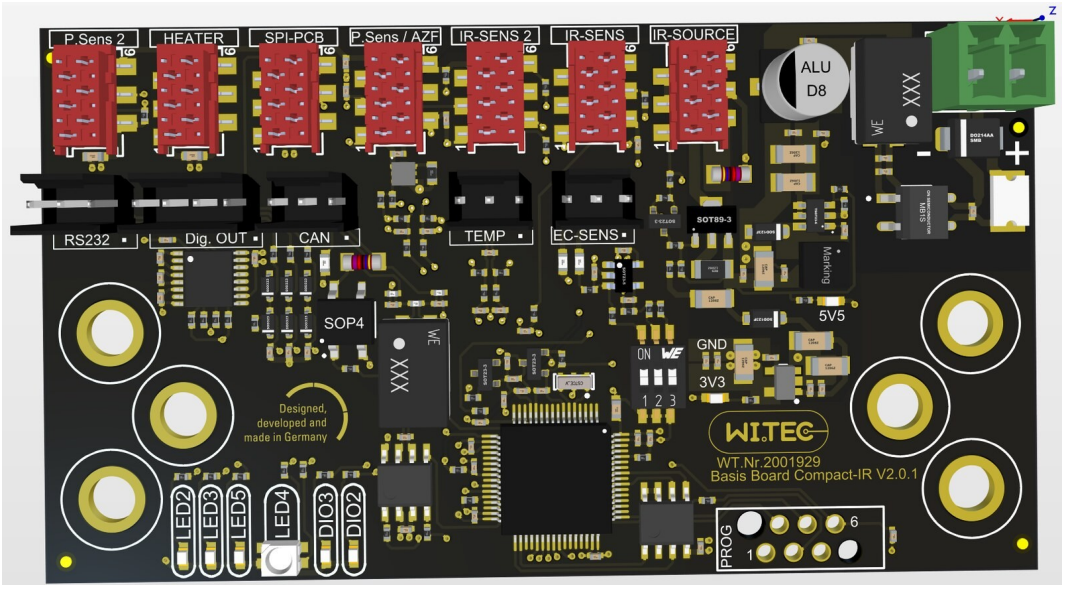


Abbildung 5: Basisboard IR-compact V2.0.x – die Steckverbinder sind direkt auf der Platine beschriftet

5.5 Busabschluss

Am ersten und am 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 18: CAN-Busabschluss auf den Basisboards

Information

Bei V1.9.x und IR-compact V2.0.x wird der Abschlusswiderstand mit Befehl **0x52**, Frame-Index **0x04** (BOOL, RW) zugeschaltet: 1 = 120 Ω zugeschaltet (set), 0 = abgeschaltet (reset). Mit Read/Write = 0x55 lässt sich der aktuelle Zustand lesen.

Beispiel (CAN) – Abschlusswiderstand zuschalten: `52 04 01 00 00 00 7A 30`; abschalten: `52 04 00 00 00 00 7A 30`.

6 Befehlsliste RS232 und CAN

Die Befehle gelten für RS232 und CAN gleichermaßen. Format „UINT8/BOOL“ bedeutet: übertragen wird ein Byte in Data 0.

Information

Antworten auf Triggerbefehle (RS232 als ASCII mit CR LF):

- Nullpunkt setzen (0x11): „0“
- IR-Strahler einschalten (0x29): aktuell eingestellte IR-Frequenz in Hz; ausschalten (0x30): „0“
- UV-LED einschalten (0x25, 0x26): eingestellter LED-Strom in µA; ausschalten (0x27, 0x28): „0“
- übrige Triggerbefehle: gesetzter Zustand, „1“ = True, „0“ = False

Nullpunkt setzen und Strahler bzw. UV-LEDs schalten sind eigene Befehle: Der Inhalt von Data 0–3 wird dabei nicht ausgewertet. Senden Sie z. B. 0x00.

6.1 Messwerte

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit	Zugriff
Konzentration CH1	0x17	0	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Konzentration CH2	0x17	1	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Konzentration CH3	0x0F	0	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Konzentration CH4	0x0F	1	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Temperatur CH1 (IR-Detektor)	0x18	0	FLOAT	°C	R
Temperatur CH2 (externer PT1000)	0x1F	0	FLOAT	°C	R
Temperatur CH3 (UV-Detektorplatine)	0x1A	0	FLOAT	°C	R
Temperatur CH4 (Mikrocontroller-Board)	0x20	0	FLOAT	°C	R
Druck (Option P.sens)	0x19	0	FLOAT	mbar	R
Relative Feuchte (Option HUMI.sens)	0x1B	0	FLOAT	% r. F.	R
Absolute Feuchte (Option HUMI.sens)	0x1B	1	FLOAT	g/m³	R
H_2O-Konzentration (Option HUMI.sens)	0x1B	2	FLOAT	ppm	R
Taupunkt (Option HUMI.sens)	0x1B	3	FLOAT	°C	R
Temperatur des Feuchtesensors (Option)	0x1C	0	FLOAT	°C	R

Tabelle 19: Befehle – Messwerte

6.2 Justierung

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit	Zugriff
Nullpunkt aller Kanäle setzen und speichern	0x11 (alt. 0x08)	0	UINT8/BOOL	–	W
Nullpunkt CH1 setzen und speichern	0x11	1	UINT8/BOOL	–	W
Nullpunkt CH2 setzen und speichern	0x11	2	UINT8/BOOL	–	W
Nullpunkt CH3 setzen und speichern	0x11	3	UINT8/BOOL	–	W
Nullpunkt CH4 setzen und speichern	0x11	4	UINT8/BOOL	–	W
Endpunktjustierung CH1–CH4 (Prüfgaskonzentration senden)	0x60	0–3	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	W
Endpunkt-Korrekturfaktor CH1–CH4	0x63	0–3	FLOAT	– (Werkseinstellung 1,00)	RW
Temperaturkompensation Nullpunkt CH1–CH4 ein/aus	0x57, 0x59, 0x5B, 0x5D	3	UINT8/BOOL	–	W
Temperaturkompensation Endpunkt CH1–CH4 ein/aus	0x58, 0x5A, 0x5C, 0x5E	3	UINT8/BOOL	–	W

Tabelle 20: Befehle – Justierung

Beim Befehl 0x60 ist der Frame-Index der Kanal: 0 = CH1, 1 = CH2, 2 = CH3, 3 = CH4. Den Ablauf einer Justierung beschreibt Kapitel 6.8.

6.3 Zusatzsensoren

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit	Zugriff
Elektrochemischer Sensor: Messwert	0x1D	0	FLOAT	Vol.-% bzw. ppm	R
Elektrochemischer Sensor: Endpunktjustierung	0x1D	1	FLOAT	Vol.-% bzw. ppm	W
Elektrochemischer Sensor: Endpunktjustierung zurücksetzen	0x1D	2	UINT8/BOOL	–	W
Elektrochemischer Sensor: Nullpunktjustierung	0x1D	3	FLOAT	Vol.-% bzw. ppm	W
Elektrochemischer Sensor: Rohwert (12-Bit-ADC)	0x1D	4	UINT16	0–4095	R
Digitaler O_2-Sensor: Konzentration	0x1D	5	FLOAT	Vol.-%	R
Digitaler O_2-Sensor: Endpunktjustierung (z. B. 20.95)	0x1D	6	FLOAT	Vol.-%	W
Digitaler O_2-Sensor: Nullpunktjustierung	0x1D	7	UINT8	–	W
Digitaler O_2-Sensor: Justierung zurücksetzen	0x1D	8	UINT8	–	W
Externer PT1000: Offset	0x1F	1	FLOAT	°C	RW
Externer PT1000: Verstärkung (Gain)	0x1F	2	FLOAT	–	RW

Tabelle 21: Befehle – Zusatzsensoren

6.4 Auto-Zero-Funktion und Strahlungsquellen

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit	Zugriff
AZF: Messwert einfrieren	0x73	0	UINT8/BOOL	–	W
AZF: Spülzeit	0x73	1	UINT16	s	RW
AZF: Intervall	0x73	2	UINT16	min	RW
AZF: Ventil/Pumpe bzw. Relais schalten	0x73	3	UINT8/BOOL	1 = EIN, 0 = AUS	W
UV-LED 1 einschalten	0x25	0	UINT8/BOOL	–	W
UV-LED 1 ausschalten	0x27	0	UINT8/BOOL	–	W
UV-LED 2 einschalten	0x26	0	UINT8/BOOL	–	W
UV-LED 2 ausschalten	0x28	0	UINT8/BOOL	–	W
IR-Strahler einschalten	0x29	0	UINT8/BOOL	–	W
IR-Strahler ausschalten	0x30	0	UINT8/BOOL	–	W

Tabelle 22: Befehle – Auto-Zero-Funktion (AZF, Option) und Strahlungsquellen

Information

Ist ein Strahler ausgeschaltet, liefert der zugehörige Kanal keine gültigen Messwerte. Nach dem Wiedereinschalten braucht der Strahler eine Einlaufzeit, bis der Messwert stabil ist.

6.5 Rohsignale und Diagnose

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Bereich	Zugriff
ADC-Rohwert CH1 Referenz	0x14	0	FLOAT	0–1,25 V	R
ADC-Rohwert CH1 Messsignal	0x15	0	FLOAT	0–1,25 V	R
ADC-Rohwert CH2 Referenz	0x10	0	FLOAT	0–1,25 V	R
ADC-Rohwert CH2 Messsignal	0x13	0	FLOAT	0–1,25 V	R
ADC-Rohwert CH3 Referenz	0x10	1	FLOAT	0–1,25 V	R
ADC-Rohwert CH3 Messsignal	0x13	1	FLOAT	0–1,25 V	R
Modulation CH1	0x16	0	FLOAT	0–1	R
Modulation CH2	0x16	1	FLOAT	0–1	R
Modulation CH3	0x12	0	FLOAT	0–1	R
Modulation CH4	0x12	1	FLOAT	0–1	R

Tabelle 23: Befehle – Rohsignale

Die Modulation ist die relative Signalabsenkung durch das Messgas. Sie wird aus den ADC-Rohwerten von Referenz- und Messkanal berechnet, jeweils bezogen auf die Werte am Nullpunkt (Index 0):

$$\mathbf{Mod = (U_Ref / U_Ref,0 − U_Mess / U_Mess,0) / (U_Ref / U_Ref,0)}$$

Am Nullpunkt ist die Modulation 0; mit steigender Gaskonzentration nimmt sie zu.

6.6 Konfiguration

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit / Bereich	Zugriff
UV-LED 1: Betriebsart	0x21	0	UINT8	0 = DC, 1 = AC, 2 = Puls	RW
UV-LEDs: Einschaltdauer im Pulsbetrieb (gilt für UV-LED 1 und 2)	0x21	1	UINT16	s	RW
UV-LEDs: Zykluszeit im Pulsbetrieb (gilt für UV-LED 1 und 2)	0x21	2	UINT16	min	RW
UV-LED 2: Betriebsart	0x22	0	UINT8	0 = DC, 1 = AC, 2 = Puls	RW
IR-Strahler: Modulationsfrequenz	0x23	0	UINT16	0–10 Hz	RW
Filtertiefe Modulation CH3, CH4	0x35	0	UINT8	0–255	RW
Filtertiefe Konzentration CH3, CH4	0x35	1	UINT8	0–255	RW
Filtertiefe Modulation CH1, CH2	0x35	2	UINT8	0–255	RW
Filtertiefe Konzentration CH1, CH2	0x35	3	UINT8	0–255	RW
UV-LED 1: Strom	0x36	0	UINT16	0–20 000 µA	RW
UV-LED 2: Strom	0x38	0	UINT16	0–20 000 µA	RW
Kanalzusammenführung CH1 auf CH2 ein/aus	0x37	6	UINT8/BOOL	–	RW
Kanalzusammenführung CH3 auf CH4 ein/aus	0x33	7	UINT8/BOOL	–	RW
CAN-Abschlusswiderstand 120 Ω ein/aus (V1.9.x, IR-compact)	0x52	4	BOOL	1 = ein, 0 = aus	RW
Software-Neustart	0x04	0	UINT8/BOOL	–	W

Tabelle 24: Befehle – Konfiguration

Der Pulsbetrieb ist für UV-LED 1 und UV-LED 2 möglich. Beide LEDs verwenden dabei dieselben Pulsparameter aus Befehl 0x21, Index 1 (Einschaltdauer) und Index 2 (Zykluszeit).

6.7 Geräteinformationen

Beschreibung	Cmd	Index	Format	Einheit / Bereich	Zugriff
Seriennummer	0x40	0	UINT16	–	R
Device-ID (Config ID)	0x62	0	UINT32	Kapitel 9.2	R
Hardware-Revision	0x41	0	UINT16	–	R
Software-Revision	0x0B	0	UINT16	–	R
Betriebsstunden	0x43	0	UINT16	h	R
Messbereich CH1	0x47	2	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Messbereich CH2	0x47	3	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Messbereich CH3	0x47	0	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Messbereich CH4	0x47	1	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	R
Messeinheit CH1	0x61	2	UINT16	0 = ppm, 1 = Vol.-%	R
Messeinheit CH2	0x61	3	UINT16	0 = ppm, 1 = Vol.-%	R
Messeinheit CH3	0x61	0	UINT16	0 = ppm, 1 = Vol.-%	R
Messeinheit CH4	0x61	1	UINT16	0 = ppm, 1 = Vol.-%	R
Strahlerleistung UV-LED 1	0x49	0	UINT8	0–100 %	R
Strahlerleistung UV-LED 2	0x49	1	UINT8	0–100 %	R
Strahlerleistung IR-Strahler/EDL	0x49	2	UINT8	0–100 %	R
Statusbyte	0x50	0	UINT8	Kapitel 9.1	R

Tabelle 25: Befehle – Geräteinformationen

Beachten Sie die abweichende Indexreihenfolge bei Messbereich (0x47) und Messeinheit (0x61): Index 0 und 1 gehören zu CH3 und CH4, Index 2 und 3 zu CH1 und CH2.

Information

Die Befehle 0x95 und 0x96 sind für kundenspezifische Datenbereiche (je bis zu 255 Werte) reserviert und derzeit nicht implementiert.

6.8 Justierung über die Schnittstelle

Null- und Prüfgase, Durchfluss und Wartezeiten beschreibt Kapitel 10 der Betriebsanleitung. Über die Schnittstelle läuft eine Justierung so ab:

Voraussetzung: Modul mindestens 30 Minuten unter stabilen Bedingungen in Betrieb; Nullgas und Prüfgas mit bekannter Konzentration stehen bereit.

1. Nullgas aufgeben und warten, bis der Messwert stabil ist (Konzentration zyklisch mit 0x17 bzw. 0x0F lesen).
2. Nullpunkt setzen: für alle Kanäle `11 00 00 00 00 00 7A 30` (CAN) bzw. mit Selector 0x00 (RS232), für einen einzelnen Kanal Frame-Index 1–4.
3. Prüfgas aufgeben und warten, bis der Messwert stabil ist.
4. Prüfgaskonzentration mit Befehl 0x60 und dem Kanal als Frame-Index senden (Beispiel in Kapitel 4.4 bzw. 5.3).
5. Zurückgemeldeten Korrekturfaktor prüfen. Werte stark abseits von 1,0 deuten auf ein falsches Prüfgas, falsche Einheit oder einen verschmutzten Strahlengang hin.
6. Prüfgas abstellen und Messwert mit Nullgas kontrollieren.

✔ **Ergebnis:** Nullpunkt und Korrekturfaktor sind im EEPROM gespeichert und bleiben nach dem Ausschalten erhalten.

> **Information**
> Ein ungültiger Korrekturfaktor kann mit 0x63 gelesen und auf die Werkseinstellung 1,00 zurückgeschrieben werden.

7 Modbus RTU

Mit der Modbus-Option kommuniziert das Modul über Modbus RTU auf einer RS485-Zweidrahtleitung (Firmware > 5540). Das Modul arbeitet als Slave.

7.1 Schnittstellenparameter

Parameter	Wert
Übertragungsmodus	Modbus RTU
Baudrate	9 600, 19 200, 38 400, 57 600 oder 115 200 Baud – wird von Wi.Tec bei der Fertigung eingestellt
Datenbits	8
Parität	keine, gerade (Even) oder ungerade (Odd) – wird von Wi.Tec bei der Fertigung eingestellt
Stoppbits	bei Even/Odd: 1 Stoppbit (11 Bit je Zeichen); ohne Parität: 2 Stoppbits (Standard) oder 1 Stoppbit – wird von Wi.Tec bei der Fertigung eingestellt
Slave-Adresse	1 (Werkseinstellung), einstellbar 1–247 (Kapitel 7.8)
Gleitkommaformat	IEEE 754, Big Endian (höherwertiges Register zuerst)

Tabelle 26: Modbus-Schnittstellenparameter

Information

Geben Sie Baudrate und Parität bei der Bestellung an. Sie können nachträglich nur von Wi.Tec geändert werden.

7.2 Funktionscodes und Adressierung

Kürzel	Funktionscode	Verwendung
R1	0x03 Read Holding Registers	Geräteinformationen, Slave-Adresse lesen (Register 4001–4047)
R2	0x04 Read Input Registers	Messwerte, Rohsignale und Status (Register 3001–3056)
W1	0x06 Write Single Register	Trigger und 16-Bit-Werte (z. B. Nullpunkt, LED-Strom)
W2	0x10 Write Multiple Registers	FLOAT-Werte über 2 Register (z. B. Prüfgaskonzentration)

Tabelle 27: Unterstützte Funktionscodes

Im Telegramm wird die Registernummer aus den Registerlisten unverändert als Adresse übertragen. Es gibt keinen Offset und keine vorangestellte Registerkennung:

Register (Liste)	Adresse im Telegramm (dezimal)	Adresse im Telegramm (hex)
3007	3007	0x0BBF
4001	4001	0x0FA1
4003	4003	0x0FA3

Tabelle 28: Beispiele für die Adressierung

> **Information**
>
> Viele Steuerungen und Modbus-Tools rechnen Registeradressen intern um, z. B. „Register 30008“ → Adresse 7 oder „Register 3008“ → Adresse 3007. Stellen Sie die Steuerung so ein, dass im Telegramm genau die Registernummer der Liste steht. Prüfen Sie die Einstellung mit einem Lesezugriff auf die Seriennummer (Register 4001, `01 03 0F A1 00 01 D6 FC`).
>
> Ältere Firmwarestände (z. B. Software-Revision 5517) verwendeten die Adressen 30001 ff. bzw. 40001 ff. (Telegrammadresse 0x7537 für Register 3007).

7.3 Telegrammaufbau

Byte	1	2	3	4	5	6	7	8
Feld	Slave	FC	Adr. High	Adr. Low	Anz. High	Anz. Low	CRC Low	CRC High
Beispiel	0x01	0x03	0x0F	0xA1	0x00	0x01	0xD6	0xFC

Tabelle 29: Aufbau einer Leseanfrage (Beispiel: Seriennummer, Register 4001)

Die Prüfsumme ist eine CRC-16 nach Modbus-Spezifikation und wird mit dem niederwertigen Byte zuerst übertragen. Die Antwort enthält Slave-Adresse, Funktionscode, Anzahl der Datenbytes, die Daten (Big Endian) und die CRC. Pro Anfrage können bis zu 125 Register gelesen bzw. 120 Register geschrieben werden.

Bei einem Fehler antwortet das Modul mit dem Funktionscode + 0x80 und einem Fehlercode:

Fehlercode	Bezeichnung	Ursache
0x01	Illegal Function	Funktionscode wird nicht unterstützt (nur 0x03, 0x04, 0x06, 0x10)
0x02	Illegal Data Address	Register nicht vorhanden, Lesebereich überschreitet das Registerende oder Schreibzugriff auf ein Input-Register
0x03	Illegal Data Value	Telegrammlänge oder Registeranzahl ungültig

Tabelle 30: Modbus-Fehlercodes

Telegramme an die Broadcast-Adresse 0 werden ausgeführt, aber nicht beantwortet.

7.4 Registerliste Messwerte

Beschreibung	Register	Anzahl	Format	Einheit	Zugriff	FC
Konzentration CH3	3001	2	FLOAT	ppm, Vol.-%, µg	R	04
Konzentration CH4	3003	2	FLOAT	ppm, Vol.-%, µg	R	04
Konzentration CH1	3005	2	FLOAT	ppm, Vol.-%, µg	R	04
Konzentration CH2	3007	2	FLOAT	ppm, Vol.-%, µg	R	04
Druck	3009	2	FLOAT	mbar	R	04
ADC 1 Referenz	3011	2	FLOAT	V	R	04
ADC 1 Messsignal	3013	2	FLOAT	V	R	04
ADC 2 Referenz	3015	2	FLOAT	V	R	04
ADC 2 Messsignal	3017	2	FLOAT	V	R	04
ADC 3 Referenz	3019	2	FLOAT	V	R	04
ADC 3 Messsignal	3021	2	FLOAT	V	R	04
Temperatur IR-Detektor	3023	2	FLOAT	°C	R	04
Temperatur UV-Detektor	3025	2	FLOAT	°C	R	04
Temperatur Mikrocontroller	3027	2	FLOAT	°C	R	04
Strahlerleistung UV-LED 1	3029	1	UINT16	%	R	04
Strahlerleistung UV-LED 2	3030	1	UINT16	%	R	04
Strahlerleistung IR-Strahler	3031	1	UINT16	%	R	04
Elektrochemischer Sensor (analog)	3033	2	FLOAT	%	R	04
Digitaler O_2-Sensor	3035	2	FLOAT	%	R	04
HUMI.sens relative Feuchte	3037	2	FLOAT	%	R	04
HUMI.sens absolute Feuchte	3039	2	FLOAT	g/m³	R	04
HUMI.sens H_2O-Konzentration	3041	2	FLOAT	ppm	R	04
HUMI.sens Temperatur	3043	2	FLOAT	°C	R	04
TDLAS: CH_4-Konzentration	3045	2	FLOAT	ppm	R	04
TDLAS: Statuswort	3047	1	UINT16	–	R	04
TDLAS: Gastemperatur	3048	2	FLOAT	°C	R	04
TDLAS: Gasdruck	3050	2	FLOAT	mbar	R	04

Beschreibung	Register	Anzahl	Format	Einheit	Zugriff	FC
TDLAS: Ist-Temperatur der Messzelle	3052	2	FLOAT	°C	R	04
TDLAS: Soll-Temperatur der Heizung	3054	2	FLOAT	°C	R	04
Digitaler O_2-Sensor: Justierstatus	3056	1	UINT16	Code 0–7	R	04

Tabelle 31: Input-Register (Messwerte, Funktionscode 0x04)

Die Register 3045–3054 sind nur bei TDLAS-Modulen belegt; bei anderen Modulen liefern sie 0. Das TDLAS-Statuswort (Register 3047) zeigt den Zustand des Lasers und der Druckmessung; im Normalbetrieb sind alle vier Bits gesetzt:

Bit	Maske	Bedeutung bei 1
Bit 0	0x0001	Temperatur des Laser-TEC (Peltier-Regelung) in Ordnung
Bit 1	0x0002	Laser eingeschaltet
Bit 2	0x0004	Kommunikation mit dem Drucksensor in Ordnung
Bit 3	0x0008	kein Fehler gemeldet

Tabelle 32: TDLAS-Statuswort (Register 3047)

Register 3056 zeigt den Stand der Justierung des digitalen O_2-Sensors (Register 4029–4037). Die Justierung läuft im Hintergrund; fragen Sie das Register nach dem Auslösen ab, bis „2 – erfolgreich“ oder ein Fehlercode erscheint:

Code	Bedeutung	Code	Bedeutung
0	keine Justierung aktiv	4	Zeitüberschreitung
1	Justierung läuft	5	ungültiger Wert
2	erfolgreich abgeschlossen	6	vom Sensor nicht unterstützt
3	Fehler	7	vom Sensor nicht bestätigt

Tabelle 33: Justierstatus digitaler O_2-Sensor (Register 3056)

7.5 Registerliste Justierung und Steuerung

Beschreibung	Register	Anzahl	Format	Einheit	Zugriff	FC
Nullpunkt aller Kanäle setzen und speichern	4011	1	UINT16	1 = auslösen	W	06
Nullpunkt CH1 setzen und speichern	4012	1	UINT16	1 = auslösen	W	06
Nullpunkt CH2 setzen und speichern	4013	1	UINT16	1 = auslösen	W	06
Nullpunkt CH3 setzen und speichern	4014	1	UINT16	1 = auslösen	W	06

Beschreibung	Register	Anzahl	Format	Einheit	Zugriff	FC
Nullpunkt CH4 setzen und speichern	4015	1	UINT16	1 = auslösen	W	06
Endpunktjustierung CH1	4016	2	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	W	16
Endpunktjustierung CH2	4018	2	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	W	16
Endpunktjustierung CH3	4020	2	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	W	16
Endpunktjustierung CH4	4022	2	FLOAT	ppm bzw. Vol.-%	W	16
Sample Control (UV-LEDs)	4024	1	UINT16	0, 1, 2	RW	03/06
UV-LED 1: Strom	4025	1	UINT16	µA	RW	03/06
UV-LED 2: Strom	4026	1	UINT16	µA	RW	03/06
Persistent Storage (freier Kundenwert)	4027	2	UINT32	–	RW	03/16
Slave-Adresse ändern (Slave ID Update)	4028	1	UINT16	1–247	RW	03/06
Digitaler O_2-Sensor: Nullpunktjustierung	4029	2	FLOAT	Wert beliebig	W	16
Digitaler O_2-Sensor: Endpunktjustierung	4031	2	FLOAT	Vol.-% O_2	W	16
EC-Sensor: Nullpunktjustierung	4033	2	FLOAT	–	W	16
EC-Sensor: Endpunktjustierung	4035	2	FLOAT	–	W	16
Digitaler O_2-Sensor: Justierung zurücksetzen	4037	2	FLOAT	–	W	16/06
EC-Sensor: Justierung zurücksetzen	4039	2	FLOAT	–	W	16/06
Justierung CH1 zurücksetzen	4041	2	FLOAT	–	W	16/06
Justierung CH2 zurücksetzen	4043	2	FLOAT	–	W	16/06
Justierung CH3 zurücksetzen	4045	2	FLOAT	–	W	16/06
Justierung CH4 zurücksetzen	4047	2	FLOAT	–	W	16/06

Tabelle 34: Register für Justierung und Steuerung (Funktionscodes 0x06 und 0x10)

> **Information**
>
> **Justierung zurücksetzen (Register 4037–4047):** Der gesendete Wert wird nicht ausgewertet. Sie können 0.0, 1.0, 0 oder 1 senden; statt Funktionscode 0x10 (W2) mit einem FLOAT-Wert ist auch Funktionscode 0x06 (W1) mit einem einzelnen Register möglich.

- **Nullpunkt (4011–4015):** Nur der Wert 1 löst die Nullpunktjustierung aus. Anschließend setzt das Modul das Register selbst auf 0 zurück.
- **Sample Control (4024):** 0 = UV-LEDs mit dem gespeicherten Strom einschalten, 1 = UV-LEDs ausschalten, 2 = LED-Strom über die Register 4025 und 4026 vorgeben. Werte in 4025/4026 werden nur bei Sample Control = 2 übernommen und dann im EEPROM gespeichert.
- **Persistent Storage (4027):** frei nutzbarer 32-Bit-Wert, z. B. für eine kundeneigene Kennung. Er wird im EEPROM gespeichert und bleibt nach dem Ausschalten erhalten.
- **Digitaler O_2-Sensor (4029–4037):** Die Justierung läuft im Hintergrund; den Fortschritt zeigt Register 3056.

Die Register 4011–4015 lösen die Nullpunktjustierung aus. Für die Endpunktjustierung wird die Prüfgaskonzentration als FLOAT über zwei Register geschrieben. Gase und Wartezeiten: Betriebsanleitung, Kapitel 10.

7.6 Registerliste Geräteinformationen

Beschreibung	Register	Anzahl	Format	Einheit	Zugriff	FC
Seriennummer	4001	1	UINT16	–	R	03
Hardware-Revision	4002	1	UINT16	–	R	03
Software-Revision	4003	1	UINT16	–	R	03
Betriebsstunden	4004	2	UINT32	h	R	03
Herstelldatum	4010	1	UINT16	–	R	03

Tabelle 35: Holding-Register (Geräteinformationen, Funktionscode 0x03)

7.7 Beispiele

Beispiele mit Slave-Adresse 1. Tx = Anfrage der Steuerung, Rx = Antwort des Moduls. Die Antworten stammen aus einer Aufzeichnung; die Werte hängen vom jeweiligen Modul ab.

Abfrage	Richtung	Telegramm	Auswertung
Seriennummer, Register 4001 (Holding)	Tx	`01 03 0F A1 00 01 D6 FC`	Adresse 0x0FA1 = 4001, 1 Register
	Rx	`01 03 02 5B C8 82 E2`	2 Datenbytes: 0x5BC8 = 23496
Software-Revision, Register 4003 (Holding)	Tx	`01 03 0F A3 00 01 77 3C`	Adresse 0x0FA3 = 4003, 1 Register
	Rx	`01 03 02 15 8D 76 B1`	0x158D = 5517
Konzentration CH2, Register 3007 (Input)	Tx	`01 04 0B BF 00 02 42 0B`	Adresse 0x0BBF = 3007, 2 Register
	Rx	`01 04 04 BC A6 38 52 AC 0A`	FLOAT 0xBCA63852 = −0,0203

Tabelle 36: Modbus-Beispieltelegramme

Der Wert −0,0203 im dritten Beispiel ist Nullpunktrauschen.

7.8 Modbus-Adresse ändern

Die Slave-Adresse ist ab Werk 1. Sie lässt sich auf zwei Wegen ändern:

- über RS232 mit dem MARS®-Tool, Parameter „MODBUS_ID“ im Register „Production“ (Schnittstelle dazu auf RS232 schalten, Kapitel 7.9), oder
- über Modbus mit dem Register 4028 (Slave ID Update).

Voraussetzung: Modul ist über Modbus erreichbar; die neue Adresse ist im Netzwerk noch nicht vergeben.

1. Neue Adresse (1–247) mit Funktionscode 0x06 in Register 4028 schreiben.
2. Modul aus- und wieder einschalten.
3. Modul unter der neuen Adresse ansprechen, z. B. Seriennummer (Register 4001) lesen.

✔️ **Ergebnis:** Das Modul antwortet unter der neuen Slave-Adresse.

7.9 Hardware-Anschluss

7.9.1 Connector Board MBB V1.0 (ohne Thermobox)

Module mit Modbus-Option ohne Thermobox haben das Connector Board MBB V1.0. Die beiden RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2 sind parallel geschaltet: Zwei Analysatoren lassen sich mit einem Standard-Patchkabel verbinden, über die freie Buchse wird die Steuerung angeschlossen.

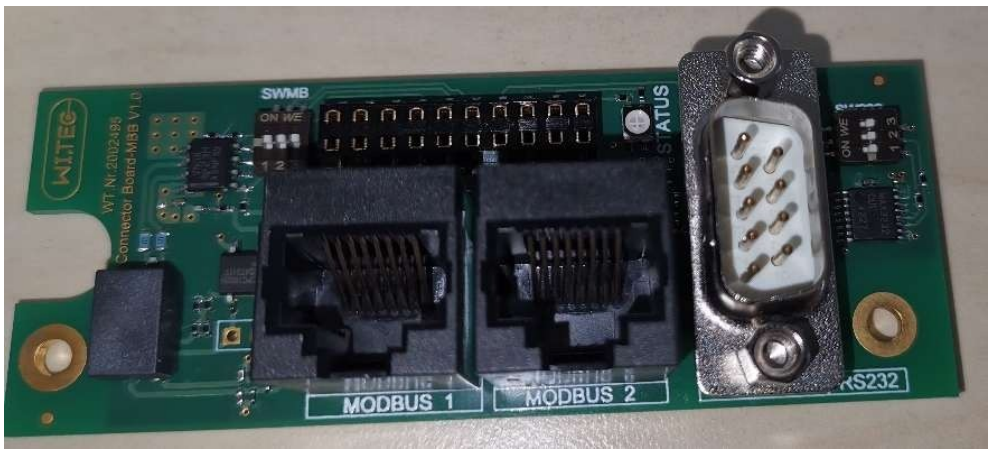


Abbildung 6: Connector Board MBB V1.0 mit den RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2, der RS232-Buchse und den DIP-Schaltern SWMB und SW232

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

Tabelle 37: Pinbelegung der RJ45-Buchsen MODBUS 1 und MODBUS 2

Umschaltung RS232/Modbus: Das Board hat zwei DIP-Schalter, SWMB (SW1) für Modbus und SW232 (SW2) für RS232. Das Modul liest 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 38: DIP-Schalter für die Wahl der Schnittstelle

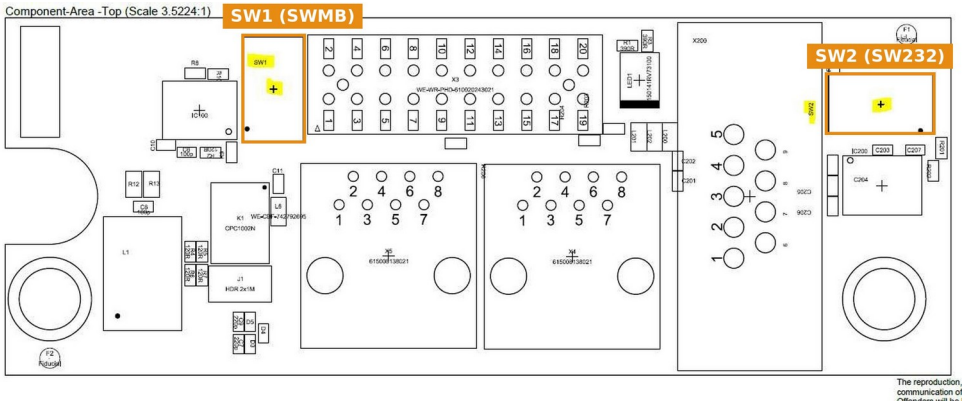


Abbildung 7: Bestückungsplan Connector Board MBB V1.0 mit den DIP-Schaltern SW1 (SWMB, Modbus) und SW2 (SW232, RS232)

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

7.9.2 Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss

Bei Modulen in der Thermobox erfolgt der Modbus-Anschluss über den 4-poligen Stecker MODBUS am Anschlussfeld. Bei den oberen Steckern (Dig-OUT, MODBUS) liegt Pin 1 links.

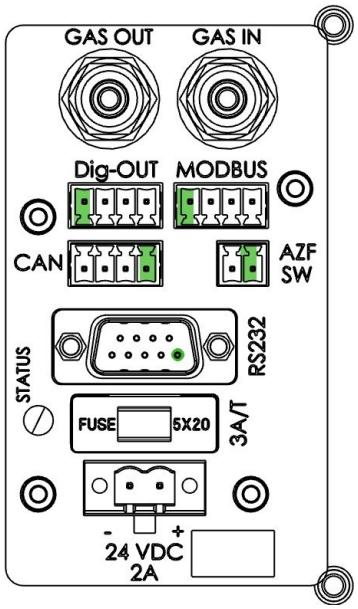


Abbildung 8: Anschlussfeld der Thermobox V5 mit Modbus-Anschluss (Pin 1 grün markiert)

Pin	Signal	Hinweis
1	GND_M	Bezugspotenzial der Modbus-Schnittstelle
2	D0 (B−)	
3	D1 (A+)	
4	PE	

Tabelle 39: Pinbelegung Stecker MODBUS (Thermobox V5)

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.

7.9.3 Busaufbau und Abschluss

- Die Kommunikation läuft über die beiden Leitungen A (D1, A+) und B (D0, B−). Verdrillte, geschirmte Zweidrahtleitung verwenden.
- An beiden Enden des Busses einen Abschlusswiderstand von 120 Ω vorsehen.
- GND_M ist optional, wird aber als gemeinsamer Bezugspunkt für alle Teilnehmer empfohlen, um Störungen zu verringern. Bei 24-V-Systemen GND_M mit der gemeinsamen Masse der Versorgung verbinden, nicht mit Erde.
- Jede Slave-Adresse darf im Bus nur einmal vorkommen.

8 CANopen

Mit der CANopen-Option verhält sich das Modul als CANopen-Slave nach CiA 301. Messwerte werden auf SYNC als Prozessdaten (PDO) gesendet; Parameter werden über Servicedaten (SDO) gelesen und geschrieben. Grundlage dieses Kapitels ist das Objektverzeichnis V1.8 in der Fassung der Firmware 5.549.

Information

Die Angaben zu SDO-Abbruchcodes, Heartbeat-Einstellung (0x1017), PDO-Parametern (0x1800–0x1A03) und NMT-Zustand Stopped gelten ab Firmware 5.549 (Software-Revision 5549, lesbar über 0x1018, Sub-Index 3). Ältere Module beantworten Anfragen an nicht vorhandene Objekte nicht und kennen diese Objekte nicht.

8.1 Konfiguration

Parameter	Wert
Baudrate	125 kBaud, 250 kBaud, 500 kBaud, 1 MBaud
Node-ID	4 (Werkseinstellung)
PDO-Übertragung	synchron, ausgelöst durch SYNC (COB-ID 0x080)
PDOs	2 Standard-PDOs mit je 2 FLOAT-Werten (8 Byte); optional 2 erweiterte PDOs (Kapitel 8.4)
Überwachung	Heartbeat, 500 ms (Werkseinstellung, einstellbar über 0x1017)
PDO 0 (COB-ID 0x180 + Node-ID)	Konzentration CH3 [FLOAT], Konzentration CH4 [FLOAT]
PDO 1 (COB-ID 0x280 + Node-ID)	Konzentration CH1 [FLOAT], Konzentration CH2 [FLOAT]

Tabelle 40: CANopen-Konfiguration

Baudrate und Node-ID werden mit dem MARS®-Tool eingestellt oder bei der Bestellung angegeben. Zusätzlich lassen sie sich per SDO über das Objekt 0x4000 schreiben (Kapitel 8.7.1). Die Werte werden im EEPROM gespeichert und nach einem Neustart wirksam.

8.2 Hardware-Anschluss

Der Anschluss erfolgt wie beim CAN-Bus (Kapitel 5.4 und 5.5).

Steckverbinder	Pin	Signal
RJ45 (X1, X4)	1	GND
	4	CAN-H
	5	CAN-L
Alternativer Steckverbinder 4-polig (X2, X3)	1	GND
	2	CAN-L
	3	CAN-H

Tabelle 41: Pinbelegung CANopen

8.3 Netzwerkmanagement (NMT)

Nach dem Einschalten meldet sich das Modul mit einer Boot-up-Nachricht und wechselt in den Zustand Pre-Operational. Erst nach dem NMT-Befehl „Start Node“ des Masters sendet es Prozessdaten. SDO-Zugriffe sind bereits im Zustand Pre-Operational möglich. Im Zustand Stopped sendet das Modul nur noch den Heartbeat; PDOs, SYNC und SDO werden nicht bearbeitet.

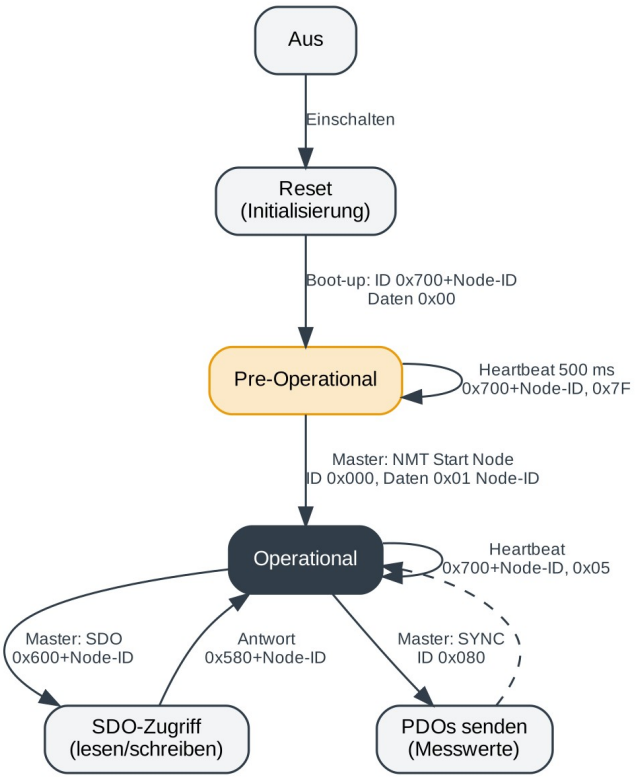


Abbildung 9: Zustände und Nachrichten beim Hochlauf (Boot-up-Sequenz)

Nachricht	COB-ID	Länge	Daten	Bedeutung
Boot-up	0x700 + Node-ID	1	0x00	Modul gestartet
Heartbeat	0x700 + Node-ID	1	0x7F	Zustand Pre-Operational (alle 500 ms)
Heartbeat	0x700 + Node-ID	1	0x05	Zustand Operational
Heartbeat	0x700 + Node-ID	1	0x04	Zustand Stopped
SYNC (Master)	0x080	0	–	Modul sendet PDOs

Tabelle 42: NMT- und Überwachungsnachrichten

NMT-Befehle des Masters werden mit COB-ID 0x000 und 2 Datenbytes gesendet: Byte 0 = Befehl, Byte 1 = Node-ID (0 = alle Knoten).

Befehl (Byte 0)	Bezeichnung	Wirkung
0x01	Start Remote Node	Zustand Operational, PDOs auf SYNC
0x02	Stop Remote Node	Zustand Stopped, Heartbeat 0x04
0x80	Enter Pre-Operational	Zustand Pre-Operational
0x81	Reset Node	vollständiger Neustart des Moduls
0x82	Reset Communication	Kommunikation neu initialisieren, Boot-up, Pre-Operational

Tabelle 43: Unterstützte NMT-Befehle

Der Heartbeat wird im eingestellten Intervall gesendet (Objekt 0x1017, Werkseinstellung 500 ms; 0 schaltet den Heartbeat ab).

8.4 Prozessdaten (PDO)

Auf jedes SYNC-Telegramm (COB-ID 0x080) sendet das Modul im Zustand Operational die PDOs. Jedes PDO ist 8 Byte lang und enthält zwei Werte, Little Endian:

PDO	COB-ID	Byte 0–3	Byte 4–7
PDO 0	0x180 + Node-ID	Konzentration CH3 [FLOAT]	Konzentration CH4 [FLOAT]
PDO 1	0x280 + Node-ID	Konzentration CH1 [FLOAT]	Konzentration CH2 [FLOAT]
PDO 2 (erweitert)	0x380 + Node-ID	O_2-Sensor [FLOAT]	H_2O-Konzentration HUMI.sens [FLOAT]
PDO 3 (erweitert)	0x480 + Node-ID	Byte 0: Zähler 1–12, Byte 1–3: 0	Wert nach Zähler (Tabelle unten)

Tabelle 44: Inhalt der PDOs

Die erweiterten PDOs 2 und 3 sind optional und werden von Wi.Tec bei der Fertigung freigeschaltet. PDO 3 überträgt im Multiplexverfahren mit jedem SYNC einen anderen Wert; der Zähler in Byte 0 zeigt, welcher Wert in Byte 4–7 steht:

Zähler	Inhalt Byte 4–7	Zähler	Inhalt Byte 4–7
1	Platinentemperatur [FLOAT, °C]	7	Temperatur IR-Detektor [FLOAT, °C]
2	Status der Strahlungsquellen [UINT8]	8	Druck [FLOAT, mbar]
3	Status UV-LED 1, UV-LED 2, IR-Strahler [je 1 Byte]	9	Relative Feuchte [FLOAT, %]
4	Leistung UV-LED 1, UV-LED 2, IR-Strahler [je 1 Byte, %]	10	Absolute Feuchte [FLOAT, g/m³]
5	Temperatur UV-Detektor [FLOAT, °C]	11	Temperatur Feuchtesensor [FLOAT, °C]
6	Messwert gültig je Kanal [je 1 Byte, 1 = gültig]	12	Betriebsstunden [UINT16, h, Byte 6–7]

Tabelle 45: Multiplex-Inhalt von PDO 3

Die PDO-Übertragung lässt sich über das Objekt 0x2005, Sub-Index 2 (Enable PDO SYNC) ein- und ausschalten. Kommunikationsparameter und Mapping der PDOs sind fest vorgegeben und über die Objekte 0x1800–0x1803 und 0x1A00–0x1A03 lesbar (Kapitel 8.6).

8.5 Servicedaten (SDO)

Über SDO werden einzelne Objekte gelesen oder geschrieben (expedited transfer). Die Steuerung sendet an 0x600 + Node-ID, das Modul antwortet mit 0x580 + Node-ID. Jedes SDO-Telegramm ist 8 Byte lang:

Byte	0	1	2	3	4–7
Inhalt	Kommandobyte	Index Low	Index High	Sub-Index	Daten (Little Endian)

Tabelle 46: Aufbau eines SDO-Telegramms

Kommandobyte	Richtung	Bedeutung
0x40	Steuerung → Modul	Objekt lesen (Upload-Anfrage)
0x4F / 0x4B / 0x43	Modul → Steuerung	Leseantwort mit 1 / 2 / 4 Datenbytes
0x2F / 0x2B / 0x23	Steuerung → Modul	Objekt schreiben mit 1 / 2 / 4 Datenbytes (Download)
0x60	Modul → Steuerung	Schreiben bestätigt
0x80	Modul → Steuerung	Abbruch (Abort) mit Abbruchcode in Byte 4–7

Tabelle 47: SDO-Kommandobytes

Abbruchcode	Bedeutung
0x05040001	Kommando ungültig oder nicht unterstützt (z. B. segmentierter oder Block-Transfer)
0x06010001	Lesezugriff auf ein nur schreibbares Objekt
0x06010002	Schreibzugriff auf ein nur lesbares Objekt
0x06020000	Objekt existiert nicht
0x06090011	Sub-Index existiert nicht
0x06090030	Wert außerhalb des zulässigen Bereichs
0x08000020	Daten können nicht übertragen oder gespeichert werden (z. B. O_2-Justierung abgelehnt)

Tabelle 48: SDO-Abbruchcodes

Beispiel bei Node-ID 4 – Konzentration CH1 lesen (Objekt 0x2030, Sub-Index 2):

Richtung	COB-ID	Daten
Anfrage	0x604	`40 30 20 02 00 00 00 00`
Antwort	0x584	`43 30 20 02 D0 D1 D2 D3` (FLOAT)

Tabelle 49: SDO-Beispiel: Konzentration CH1 lesen

Information

Es werden nur beschleunigte Übertragungen (expedited, bis 4 Byte) unterstützt. Beim Schreiben akzeptiert das Modul die Kommandobytes 0x23, 0x2B und 0x2F (0x22 und 0x27 werden wie 0x23 behandelt). Ein Abbruch durch den Master (0x80) wird nicht beantwortet.

8.6 Kommunikationsobjekte

Objekt	Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
0x1000	0	Device type	Gerätetyp, liefert 0	UINT32	ro
0x1001	0	Error register	Fehlerregister, liefert 0	UINT8	ro
0x1005	0	COB-ID SYNC	0x00000080; nur dieser Wert kann geschrieben werden	UINT32	rw
0x1006	0	Communication cycle period	wird gespeichert (bis zum Neustart), ohne Funktion	UINT32	rw
0x1007	0	Synchronous window length	wird gespeichert (bis zum Neustart), ohne Funktion	UINT32	rw
0x1017	0	Producer heartbeat time	Heartbeat-Intervall in ms, 0 = aus; nach Neustart 500 ms	UINT16	rw
0x1018	0	Identity – Anzahl Einträge	4	UINT8	ro
	1	Vendor ID	Hersteller-Kennung bei CiA – Registrierung aktuell in Bearbeitung	UINT32	ro
	2	Product code	Device-ID (Kapitel 9.2)	UINT32	ro
	3	Revision number	Software-Revision, z. B. 5514 = 5.514	UINT32	ro
	4	Serial number	Seriennummer	UINT32	ro

Tabelle 50: Kommunikationsobjekte (CiA 301)

Die PDO-Parameter sind fest eingestellt. Sie können gelesen werden; Schreibzugriffe werden nur mit unverändertem Wert bestätigt (beim Mapping auch Sub-Index 0 = 0), andere Werte mit 0x06090030 abgewiesen.

Objekt	Sub-Index	Inhalt	Wert
0x1800–0x1803	0	Anzahl Einträge	5
TPDO 0–3 Kommunikation	1	COB-ID	0x180 / 0x280 / 0x380 / 0x480 + Node-ID; bei PDO 2 und 3 Bit 31 gesetzt (ungültig), wenn die erweiterten PDOs nicht freigeschaltet sind
	2	Übertragungsart	1 (synchron, jedes SYNC)
	3, 5	Inhibit time, Event timer	0
0x1A00	1–2	Mapping TPDO 0	0x20100220 (CH3), 0x20200220 (CH4)
0x1A01	1–2	Mapping TPDO 1	0x20300220 (CH1), 0x20400220 (CH2)
0x1A02	1–2	Mapping TPDO 2	0x20620120 (O_2), 0x20600320 (H_2O-Konzentration)
0x1A03	1–5	Mapping TPDO 3	0x21000108 (Zähler), 3 × 0x00050008 (Füllbytes), 0x21000220 (Multiplexwert)

Tabelle 51: PDO-Kommunikations- und Mapping-Parameter

Sub-Index 0 der herstellerspezifischen Objekte liefert jeweils die Anzahl der Einträge. Das Objekt 0x2100 (Multiplex-Inhalt von PDO 3) ist nur über das PDO zugänglich.

8.7 Herstellerspezifische Objekte

Die Messkanäle sind in zwei Elemente gegliedert: **Element 0** ist der UV-Teil mit CH3 und CH4, **Element 1** der IR-Teil mit CH1 und CH2.

8.7.1 Geräteobjekte

Objekt	Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
0x2000	1	Device Ident Number	Device-ID (wie 0x1018, Sub-Index 2)	UINT32	ro
General Description	2	Device Serial Number	Seriennummer	UINT16	ro
	3	Manufacturer ID	0x02 = Wi.Tec	UINT16	ro
	4	Revision Hardware	Hardware-Revision	UINT16	ro
	5	Revision Software	Software-Revision	UINT16	ro
	6	Revision Protocol	CANopen-Protokollrevision	UINT16	ro
0x2003	1	UV-LED 1 minimum power	Alarmschwelle 25–100 %	UINT8	rw
Lightsource alarm	2	UV-LED 2 minimum power	Alarmschwelle 25–100 %	UINT8	rw
	3	IR-Lamp minimum power	Alarmschwelle 25–100 %	UINT8	rw

Objekt	Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
0x2004	1	PCB Temperature	Platinentemperatur in °C	FLOAT	ro
Device Status	2	System Operation Time	liefert derzeit 0 – Betriebsstunden über PDO 3 bzw. Modbus/RS232	UINT16	ro
	3	System Status	0x00 normal, 0x01 Wartung erforderlich (Strahlerleistung unter Alarmschwelle)	UINT8	ro
0x2005	1	Zero detector	Nullpunkt aller Kanäle setzen: 0x01 schreiben	UINT8	rw
Device Control	2	Enable PDO SYNC	1 = PDOs auf SYNC senden, 0 = aus	UINT8	rw
	3	Restart Device	Neustart: 0x01 schreiben	UINT8	wo
	4	Store zero detector	derzeit ohne Funktion	UINT8	wo
0x200A	1	UV-LED 1 Status	0x00 ok, 0x01 Wartung, 0x02 nicht angeschlossen, 0x03 aus	UINT8	ro
Module Status	2	UV-LED 2 Status	wie Sub-Index 1	UINT8	ro
	3	IR-Lamp Status	wie Sub-Index 1	UINT8	ro
0x4000	1	Node-ID	neue Node-ID 1–127, wirksam nach Neustart	UINT8	wo
CANopen Communication	2	Baudrate	neue Baudrate in kBaud als Ganzzahl: 125, 250, 500 oder 1000; wirksam nach Neustart	UINT16	wo

Tabelle 52: Geräteobjekte 0x2000–0x200A und 0x4000

Beispiele bei Node-ID 4 (Anfrage an COB-ID 0x604):

Aktion	Daten	Bedeutung
Baudrate auf 250 kBaud setzen	`2B 00 40 02 FA 00 00 00`	250 = 0x00FA, LSB first
Node-ID auf 5 setzen	`2F 00 40 01 05 00 00 00`	neue Node-ID 5
Neustart auslösen	`2F 05 20 03 01 00 00 00`	Objekt 0x2005, Sub-Index 3

Tabelle 53: SDO-Beispiele: Baudrate und Node-ID ändern

Ungültige Werte (Node-ID außerhalb 1–127, Baudrate ungleich 125, 250, 500 oder 1000) weist das Modul mit dem Abbruchcode 0x06090030 ab.

HINWEIS

Modul nach Änderung nicht mehr erreichbar

Neue Baudrate und Node-ID werden nach dem nächsten Neustart wirksam. Stimmen sie nicht mit den Einstellungen des Masters überein, ist das Modul am Bus nicht mehr erreichbar.

- ▶ Vor dem Neustart die Einstellungen des Masters anpassen.
- ▶ Im Zweifel Baudrate und Node-ID über RS232 mit dem MARS®-Tool prüfen.

8.7.2 Messkanäle

Die vier Kanalobjekte sind gleich aufgebaut:

Objekt	Kanal	Element
0x2010	CH3	Element 0 (UV)
0x2020	CH4	Element 0 (UV)
0x2030	CH1	Element 1 (IR)
0x2040	CH2	Element 1 (IR)

Tabelle 54: Zuordnung der Kanalobjekte

Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
1	Reading valid	Messwert gültig: 1 = ja, 0 = nein	UINT8	ro
2	Actual Value	Messwert in ppm, Vol.-% oder µg	FLOAT	ro
3	Lower measuring range limit	untere Messbereichsgrenze, liefert 0	FLOAT	ro
4	Upper measuring range limit	obere Messbereichsgrenze	FLOAT	rw
5	Data Units	0x00 = ppm, 0x01 = Vol.-%, 0x02 = µg	UINT8	rw
6	Endpoint Correction	Konzentration des Prüfgases schreiben (Endpunktjustierung)	FLOAT	wo
7	Endpoint Correction Reset	0x01 setzt den Korrekturfaktor auf 1 zurück	UINT8	wo
8	µg factor	Umrechnungsfaktor in µg, aktiv bei Data Units = µg	FLOAT	rw
9	Zero Detector Channel	Nullpunkt dieses Kanals setzen: 0x01 schreiben	UINT8	wo

Tabelle 55: Aufbau der Kanalobjekte 0x2010, 0x2020, 0x2030, 0x2040

8.7.3 Strahlungsquellen

Objekt	Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
0x2011	1	UV-LED 1 Current	0–20 000 µA	UINT16	rw
Element 0 Emitter	2	UV-LED 2 Current	0–20 000 µA	UINT16	rw
	3	UV-LED 1 on/off	1 = ein, 0 = aus	UINT8	rw
	4	UV-LED 2 on/off	1 = ein, 0 = aus	UINT8	rw
	5	UV-LED 1 Operating Time	Betriebsstunden in h	UINT16	ro
	6	UV-LED 2 Operating Time	Betriebsstunden in h	UINT16	ro
	7	UV-LED 1 percent of power	0–100 %	UINT8	ro
	8	UV-LED 2 percent of power	0–100 %	UINT8	ro
0x2031	1	IR-Lamp AC/DC Mode	0 = DC, 1–40 = AC	UINT16	ro
Element 1 Emitter	2	IR-Lamp on/off	1 = ein, 0 = aus	UINT8	rw
	3	IR-Lamp percent of power	0–100 %	UINT8	ro

Tabelle 56: Objekte der Strahlungsquellen

Die Betriebsart der UV-LEDs (DC, AC, Puls) wird über RS232/CAN mit den Befehlen 0x21 und 0x22 eingestellt (Kapitel 6.6).

8.7.4 Diagnose

Sub-Index	Name	Element 0 (0x2012)	Element 1 (0x2032)	Zugriff
1	Modulation low	0–1 [FLOAT]	0–1 [FLOAT]	ro
2	Modulation high	0–1 [FLOAT]	0–1 [FLOAT]	ro
3	ADC Value Reference	0–32 768 [UINT16]	0–65 535 [UINT16]	ro
4	ADC Value Sensor	0–32 768 [UINT16]	0–65 535 [UINT16]	ro
5	Filter Depth Modulation	0–255 [UINT8]	0–255 [UINT8]	rw
6	Filter Depth Concentration	0–255 [UINT8]	0–255 [UINT8]	rw
7	Temperatur Detektor	UV-Detektor in °C [FLOAT]	IR-Detektor in °C [FLOAT]	ro
8	Pressure Sensor	–	Druck in mbar [FLOAT]	ro

Tabelle 57: Diagnoseobjekte 0x2012 und 0x2032

8.7.5 Linearisierung und Temperaturkompensation

Objekt	Inhalt	Sub-Indizes
0x201F / 0x202F	Linearisierung CH3 / CH4	1–4: Koeffizienten x^1 bis x^4 [FLOAT], ro
0x203F / 0x204F	Linearisierung CH1 / CH2	1–4: Koeffizienten x^1 bis x^4 [FLOAT], ro
0x2050	Temperaturkompensation Nullpunkt CH1	1–3: Koeffizienten 0–2 [FLOAT], ro 4: Kompensation ein/aus [UINT8], rw

Tabelle 58: Objekte für Linearisierung und Temperaturkompensation

Die Objekte 0x2051–0x2057 (Temperaturkompensation weiterer Kanäle und Endpunkt) aus dem bisherigen Objektverzeichnis sind nicht implementiert; Zugriffe werden mit 0x06020000 abgewiesen.

8.7.6 Zusatzsensoren

Objekt	Sub-Index	Name	Beschreibung	Datentyp	Zugriff
0x2060	1	Relative humidity	relative Feuchte in % r. F.	FLOAT	ro
Humidity Sensor	2	Absolute humidity	absolute Feuchte in g/m³	FLOAT	ro
	3	Concentration humidity	H_2O-Konzentration in ppm	FLOAT	ro
	4	Temperature humidity sensor	Temperatur in °C	FLOAT	ro
0x2061	1	EC sensor raw value	ADC-Rohwert 0–4095 (als FLOAT)	FLOAT	ro
EC Sensor	2	EC sensor calibrated value	Messwert 0–100 Vol.-%	FLOAT	ro
	3	Offset calibration	schreiben: Nullpunktjustierung mit Nullgaswert; lesen: Offset-Korrektur	FLOAT	rw
	4	Span calibration	schreiben: Prüfgaskonzentration in ppm bzw. Vol.-%; lesen: Span-Korrektur	FLOAT	rw
	5	Reset calibration data	alle Justierdaten zurücksetzen (Wert beliebig)	UINT8	wo
0x2062	1	O2D sensor data	Messwert 0–100 Vol.-%	FLOAT	ro
O_2 digital	2	Set offset calibration	Nullpunktjustierung starten (Wert beliebig)	UINT8	wo
	3	Set span calibration	Endpunktjustierung starten: Referenzkonzentration in Vol.-% O_2	FLOAT	wo
	4	Reset calibration data	Justierdaten zurücksetzen (Wert beliebig)	UINT8	wo
	5	Calibration status	Justierstatus, Codes 0–7 wie Modbus-Register 3056 (Kapitel 7.4)	UINT8	ro

Tabelle 59: Objekte der Zusatzsensoren

Die O_2-Justierung läuft im Hintergrund. Lehnt der Sensor sie ab, antwortet das Modul mit einem SDO-Abbruch (0x80, Code 0x08000020). Den Fortschritt zeigt Sub-Index 5.

9 Statusbyte und Device-ID

9.1 Statusbyte

Das Statusbyte zeigt, ob die Strahlungsquellen erkannt werden und ob ihr Signalpegel ausreicht. Es wird über RS232/CAN mit Befehl 0x50 gelesen.

Bezeichnung in den bisherigen Handbüchern	Wertigkeit im Byte	Bedeutung bei 1
Bit0	0x80	IR-Strahler/EDL erkannt
Bit1	0x40	nicht belegt (immer 1)
Bit2	0x20	UV-LED 1 erkannt
Bit3	0x10	UV-LED 2 erkannt
Bit4	0x08	IR-Strahler/EDL: Signalpegel zu niedrig
Bit5	0x04	nicht belegt (immer 1)
Bit6	0x02	UV-LED 1: Signalpegel zu niedrig
Bit7	0x01	UV-LED 2: Signalpegel zu niedrig

Tabelle 60: Bedeutung der Bits im Statusbyte

HINWEIS

Bitnummerierung in den bisherigen Handbüchern

In den bisherigen RS232- und CAN-Handbüchern ist „Bit0“ das höchstwertige Bit. Die angegebenen Statuscodes (z. B. 0xC7) ergeben sich nur mit dieser Zuordnung. Werten Sie das Statusbyte in der Steuerung deshalb über die Spalte „Wertigkeit im Byte“ aus, z. B. „IR-Strahler erkannt“ mit der Maske 0x80.

Die folgende Tabelle enthält alle dokumentierten Statuscodes. Die Spalten sind in der Reihenfolge der bisherigen Handbücher angeordnet (Bit0 = höchstwertiges Bit):

IR erk.	n. b.	UV1 erk.	UV2 erk.	IR Pegel	n. b.	UV1 Pegel	UV2 Pegel	Hex	Dez
0	1	0	0	1	1	1	1	0x4F	79
1	1	0	0	1	1	1	1	0xCF	207
1	1	0	0	0	1	1	1	0xC7	199
0	1	1	0	1	1	1	1	0x6F	111
0	1	1	0	1	1	0	1	0x6D	109
0	1	1	1	1	1	1	1	0x7F	127
0	1	1	1	1	1	0	0	0x7C	124
0	1	1	1	1	1	0	1	0x7D	125

IR erk.	n. b.	UV1 erk.	UV2 erk.	IR Pegel	n. b.	UV1 Pegel	UV2 Pegel	Hex	Dez
0	1	1	1	1	1	1	0	0x7E	126
1	1	1	0	1	1	1	1	0xEF	239
1	1	1	0	0	1	0	1	0xE5	229
1	1	1	0	0	1	1	1	0xE7	231
1	1	1	0	1	1	0	1	0xED	237
1	1	1	1	1	1	1	1	0xFF	255
1	1	1	1	0	1	0	0	0xF4	244
1	1	1	1	0	1	0	1	0xF5	245
1	1	1	1	0	1	1	1	0xF7	247
1	1	1	1	0	1	1	0	0xF6	246
1	1	1	1	1	1	0	0	0xFC	252

Tabelle 61: Dokumentierte Statuscodes (Bit0 … Bit7 von links nach rechts)

Beispiel CO_2-Modul ohne UV-Küvette: **0xC7** = IR-Strahler erkannt, Signalpegel im Normalbereich (> 50 % Intensität). **0xCF** = IR-Strahler erkannt, Signalpegel unter der Schwelle von 50 %. Bei Modulen ohne UV-Teil sind die Pegelbits der UV-LEDs gesetzt.

9.2 Device-ID (Config ID)

Die Device-ID (in den bisherigen Handbüchern „Config ID“) beschreibt die Kanalkonfiguration des Moduls. Sie wird über RS232/CAN mit Befehl 0x62 und über CANopen mit Objekt 0x1018, Sub-Index 2 gelesen. Die 32-Bit-Zahl besteht aus acht Hexadezimalziffern:

Ziffer	1	2	3	4	5	6	7	8
Inhalt	CH1 MT	CH2 MT	CH3 MT	CH4 MT	CH1 GT	CH2 GT	CH3 GT	CH4 GT

Tabelle 62: Aufbau der Device-ID (MT = Messverfahren, GT = Gasart)

Wert	Gasart (GT)	Messverfahren (MT)
0	keine	keines
1	SO_2	UV
2	CO_2	IR
3	CO	UV + IR
4	NO	WLD
5	NO_2	Druck
6	N_2O	Temperatur
7	H_2S	externer Sensor
8	CH_4	

Wert	Gasart (GT)	Messverfahren (MT)
9	C_nH_m	
a	Cl_2	
b	H_2O (bis Firmware V0.0.147.18548: HC)	
c	ClO_2	
d	O_3	
e	SF_6	
f	CF_4	

Tabelle 63: Codes für Gasart und Messverfahren

Beispiel: Device-ID 0x20102010 → CH1: IR, CO_2; CH2: keine; CH3: UV, SO_2; CH4: keine.

Information

Ab Software-Version V0.0.147.18548 steht der Code b für H_2O (vorher HC). Prüfen Sie bei älteren Modulen die Software-Revision.

9.3 Messeinheiten

Code	RS232 / CAN (Befehl 0x61)	CANopen (Sub-Index 5 der Kanalobjekte)
0	ppm	ppm
1	Vol.-%	Vol.-%
2	–	µg

Tabelle 64: Codes der Messeinheiten

10 Störungsbehebung

Störung	Mögliche Ursache	Abhilfe
RS232: keine Antwort	Falscher COM-Port oder Schnittstellenparameter; TxD/RxD vertauscht; Leitung zu lang; Schnittstelle auf Modbus geschaltet	COM-Port und 115 200 Baud, 8N1 prüfen; Wi.Tec-Datenkabel verwenden; Kabellänge prüfen (Kapitel 4.6); DIP-Schalter prüfen (Kapitel 7.9)
RS232: unleserliche Zeichen	Baudrate falsch; Anzeige im Terminalprogramm auf Hex statt ASCII	Baudrate prüfen; Empfangsanzeige auf ASCII stellen
CAN: keine Antwort	Baudrate oder IDs falsch; Selector nicht 0x30; Busabschluss fehlt; CAN-H/CAN-L vertauscht	Baudrate und IDs im MARS®-Tool prüfen; Byte 8 = 0x30 senden; 120 Ω an beiden Busenden (Befehl 0x52, Kapitel 5.5); Verdrahtung prüfen (Kapitel 5.4)
CAN: Werte unplausibel	Byte-Reihenfolge falsch interpretiert	Data 0–3 als FLOAT Little Endian auswerten (Kapitel 3.1, Anhang A)
Modbus: keine Antwort	Slave-Adresse, Baudrate oder Parität falsch; A und B vertauscht; Schnittstelle auf RS232 geschaltet	Parameter mit Wi.Tec-Auftragsdaten abgleichen; Leitungen A/B tauschen; DIP-Schalter prüfen (Kapitel 7.9)
Modbus: Fehlerantwort „Illegal Data Address“	Steuerung rechnet Registeradresse um (Offset 30001/40001 oder −1); falscher Funktionscode	Adressierung prüfen (Kapitel 7.2); Messwerte mit 0x04, Geräteinformationen mit 0x03 lesen
Modbus: sporadische CRC-Fehler	Reflexionen, fehlender Abschluss, Störungen auf der Masse	Abschlusswiderstände setzen; geschirmte Leitung; GND_M als gemeinsame Bezugsmasse führen, nicht mit PE verbinden
CANopen: keine PDOs	Modul noch im Zustand Pre-Operational; kein SYNC; PDO-SYNC deaktiviert	NMT Start Node senden; SYNC (0x080) zyklisch senden; 0x2005 Sub-Index 2 = 0x01
Statusbyte meldet Pegelfehler	Strahler gealtert oder Strahlengang verschmutzt	Betriebsanleitung, Kapitel 11 und 12

Tabelle 65: Störungen der Kommunikation und Abhilfe

Anhang A – Umrechnung IEEE 754

FLOAT-Werte werden als 32-Bit-Gleitkommazahl nach IEEE 754 übertragen. Die Tabelle zeigt Beispielwerte in beiden Byte-Reihenfolgen.

Wert	Hex (32 Bit)	Little Endian (RS232, CAN, CANopen)	Big Endian (Modbus)
1000,0	0x447A0000	`00 00 7A 44`	`44 7A 00 00`
6050,0	0x45BD1000	`00 10 BD 45`	`45 BD 10 00`
20,95	0x41A7999A	`9A 99 A7 41`	`41 A7 99 9A`
1,00482	0x3F809DF1	`F1 9D 80 3F`	`3F 80 9D F1`
−0,0203	0xBCA63852	`52 38 A6 BC`	`BC A6 38 52`

Tabelle 66: Beispiele für FLOAT-Werte

Zur Kontrolle eignen sich frei verfügbare IEEE-754-Rechner oder in der Steuerung eine Typumwandlung (z. B. „union“ in C, „REAL_TO_DWORD“ bzw. „DWORD_TO_REAL“ in IEC 61131-3).

Anhang B – Glossar und Abkürzungen

Begriff	Bedeutung
AZF	Auto-Zero-Funktion, automatische Nullpunktjustierung
Big Endian / Little Endian	höherwertiges bzw. niederwertiges Byte wird zuerst übertragen
CAN-H / CAN-L	Signalleitungen des CAN-Busses
CiA 301	CANopen-Anwendungsschicht und Kommunikationsprofil
CR / LF	Carriage Return (0x0D) / Line Feed (0x0A), Zeilenende
CRC	Cyclic Redundancy Check, Prüfsumme
Device-ID (Config ID)	Kennung der Kanalkonfiguration (Gasart und Messverfahren je Kanal)
EC	elektrochemisch
EDL	Electrodeless Discharge Lamp, elektrodenlose Gasentladungslampe
FC	Function Code, Modbus-Funktionscode
LSB / MSB	niederwertigstes / höchstwertiges Bit bzw. Byte
NMT	Network Management, Netzwerkmanagement bei CANopen
PDO / SDO	Process Data Object / Service Data Object (CANopen)
RS485	symmetrische serielle Zweidrahtschnittstelle, Grundlage von Modbus RTU
RTU	Remote Terminal Unit, binärer Übertragungsmodus von Modbus
SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
WLD	Wärmeleitfähigkeitsdetektor

Tabelle 67: Glossar und Abkürzungen