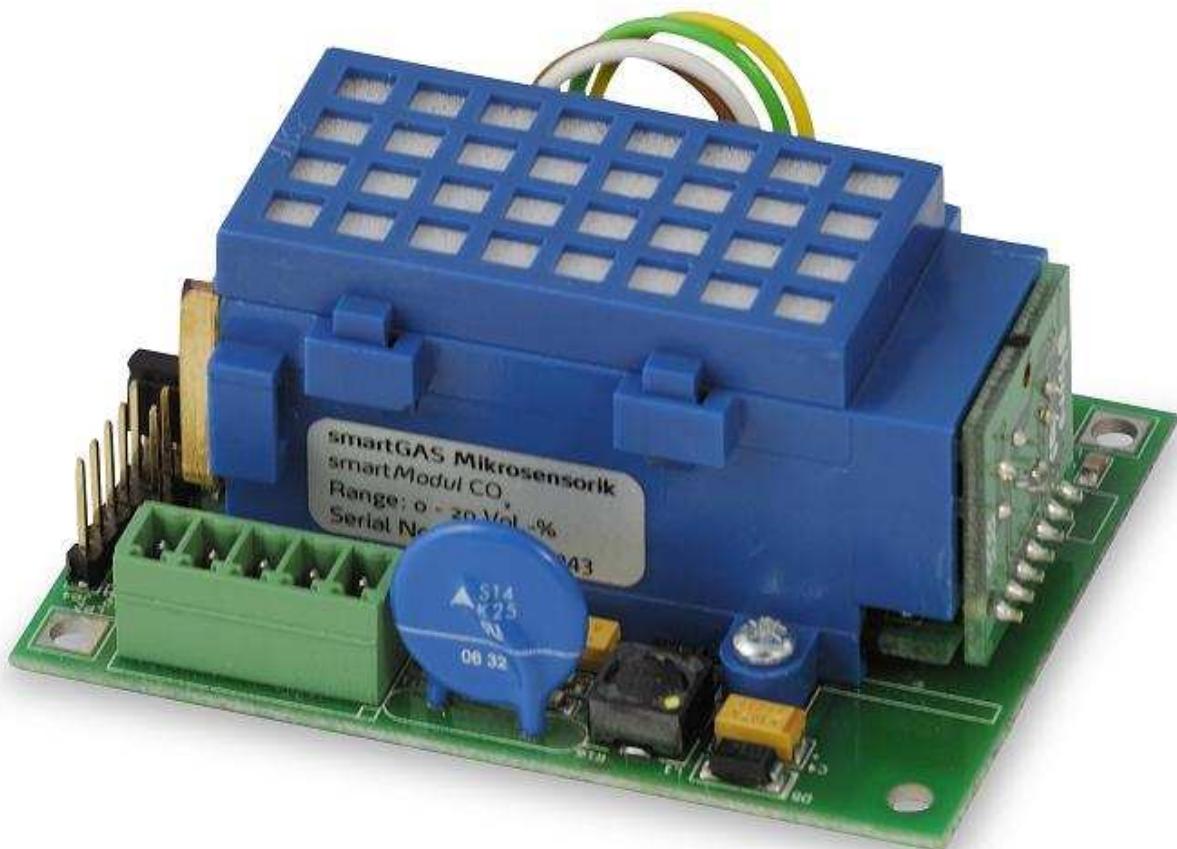


smartMODUL^{CONNECT}

Modul- und Kommunikationsbeschreibung



smartGAS Mikrosensorik GmbH • Kreuzenstrasse 98 • 74076 Heilbronn • Phone.: +49 (0)7131 / 797553-0
Fax.: +49 (0)7131 / 797553-10 • mail@smartgas.eu • www.smartgas.eu

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines	Seite 3
2. Anschlüsse am smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 5
3. Inbetriebnahme des smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 7
4. Schnittstellen des smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 9
4.1. Die analoge Schnittstelle	Seite 9
4.1.1. Verwendung des smart <i>MODUL CONNECT</i> mit Spannungsausgang	Seite 12
4.1.2. Drahtbruch zwischen smart <i>MODUL BASIC</i> und Schnittstellenelektronik	Seite 13
4.2. RS485-Schnittstelle	Seite 14
4.2.1. Kommunikation über das MODBUS-Protokoll mit dem smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 20
4.2.2. Berechnung der Prüfsumme	Seite 28
4.2.3. Registerbelegung smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 29
5. Hochlaufphase nach dem Einschalten	Seite 32
6. Kalibrierung des smart <i>MODUL CONNECT</i>	Seite 33
6.1. Nullpunkt-Kalibrierung	Seite 34
6.2. Nullpunkt-Kalibrierung über das Modbus-ASCII-Protokoll	Seite 35
6.3. Endpunkt-Kalibrierung	Seite 37
7. Allgemeine Hinweise	Seite 38
8. Mechanische Zeichnungen	Seite 39
9. Übersicht Korrekturfaktoren für Standardsensoren	Seite 40

1. Allgemeines

Das smart*MODUL CONNECT* vereint die Vorteile des smart*MODUL BASIC* und die Schnittstellenplatine des smartCONNECT.

Basierend auf dem physikalischen Messverfahren der Infrarotsorption bietet es neben der Selektivität die besten Voraussetzungen für zuverlässige und präzise Messungen.

Mit dem smart*MODUL CONNECT* ist es möglich, auf einfacherem Wege ein Sensorsystem aufzubauen, das giftige oder explosive Gase misst, und die Signale mittels MODBUS ASCII, linearem Analogstrom oder Ausgangsspannung auszulesen.

Alle smart*MODUL CONNECT* können mit folgenden Ausgängen verwendet werden:

- **RS 485** mit Kommunikation via MODBUS-Protokoll im ASCII-Modus;
- **4-20mA linear** (3-Leiter-Technik);
- **0-20mA linear** (3-Leiter-Technik);
- **0-1,0V linear** in Kombination mit einem präzisen 50 Ohm Widerstand;
- **0-2,0 V linear** in Kombination mit einem präzisen 100 Ohm Widerstand.

Durch diese Vielzahl an Signalausgängen wird die Einbindung in neue und in bestehende Systeme stark vereinfacht und die Kosten für Integration und Entwicklung erheblich reduziert.

Zusammen mit der breiten Palette an Gasen und Messbereichen, für die das smart*MODUL* bereits entwickelt wurde, stellt smartGAS Mikrosensorik GmbH nun mit dem smart*MODUL CONNECT* eine optimale Basis für den universellen Einsatz hochwertiger IR-Sensorik zur Verfügung.

Gewährleistungsverlust:

Nur autorisierte Mitarbeiter der Firma smartGAS Mikrosensorik GmbH dürfen den Sensor öffnen. Versuchen Sie niemals selbst den Sensor auseinanderzubauen.

Bei mechanischen Beschädigungen, wie z.B. Öffnen der verklebten Schlauchanschlüsse oder Lösen der Befestigungsschrauben, **erlischt jegliche Gewährleistung!**

Für Folgeschäden und bei Sach- und Personenschäden, die durch unsachgemäße Handhabung oder Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise verursacht werden, übernimmt smartGAS Mikrosensorik GmbH keine Haftung.

Verwendete Schreibweisen in der Anleitung:

Beispielwerte/ Beschreibung

Abkürzungen/

Symbole

124	Schreibweise einer Zahl im dezimalen System
ox5B	ox hat keine numerische Bedeutung und dient nur als Indiz, dass die dahinterstehende Zahl, 5B, als Hexadezimalzahl zu verwenden ist. In diesem Beispiel ist der Wert gleich dem der Dezimalzahl 91
'D'	ASCII – Zeichen
Hex	Abkürzungsform für das hexadezimale Zahlensystem
kbps	Kilobit pro Sekunde – Einheit der Baudrate
l	Liter (1 l=1000 ccm/cm ³) – Mengeneinheit
m	Meter – Längeneinheit
mbar	Millibar – Druckeinheit x10 ⁻³
mA	Milliampere – Stromstärke x10 ⁻³
ms	Millisekunde – Zeiteinheit x10 ⁻³
mV	Millivolt – Spannung x10 ⁻³
ppm	Parts-per-Million – z.B. das Verhältnis 1mg/kg
s	Sekunde – Zeiteinheit
V	Volt – Spannung
I	Ampere – Stromstärke

2. Anschlüsse am smartMODUL^{CONNECT}

Das smartMODUL^{CONNECT} wurde für den Betrieb mit einem Eingangsspannungsbereich von 12V bis 28V DC ausgelegt. Innerhalb dieser Werte ist eine einwandfreie Funktion gewährleistet.

Trotz der internen Stabilisierung sollte darauf geachtet werden, Schwankungen der Versorgungsspannung möglichst zu begrenzen.

In einige Fällen, wie z.B. in Anlagen, in denen große Lasten geschaltet werden, sind daher entsprechende Maßnahmen vorzusehen.

Sämtliche Anschlüsse für die Versorgung und für die Ausgangssignale sind in dem Stecker **ST1** kombiniert – siehe Bild 1.

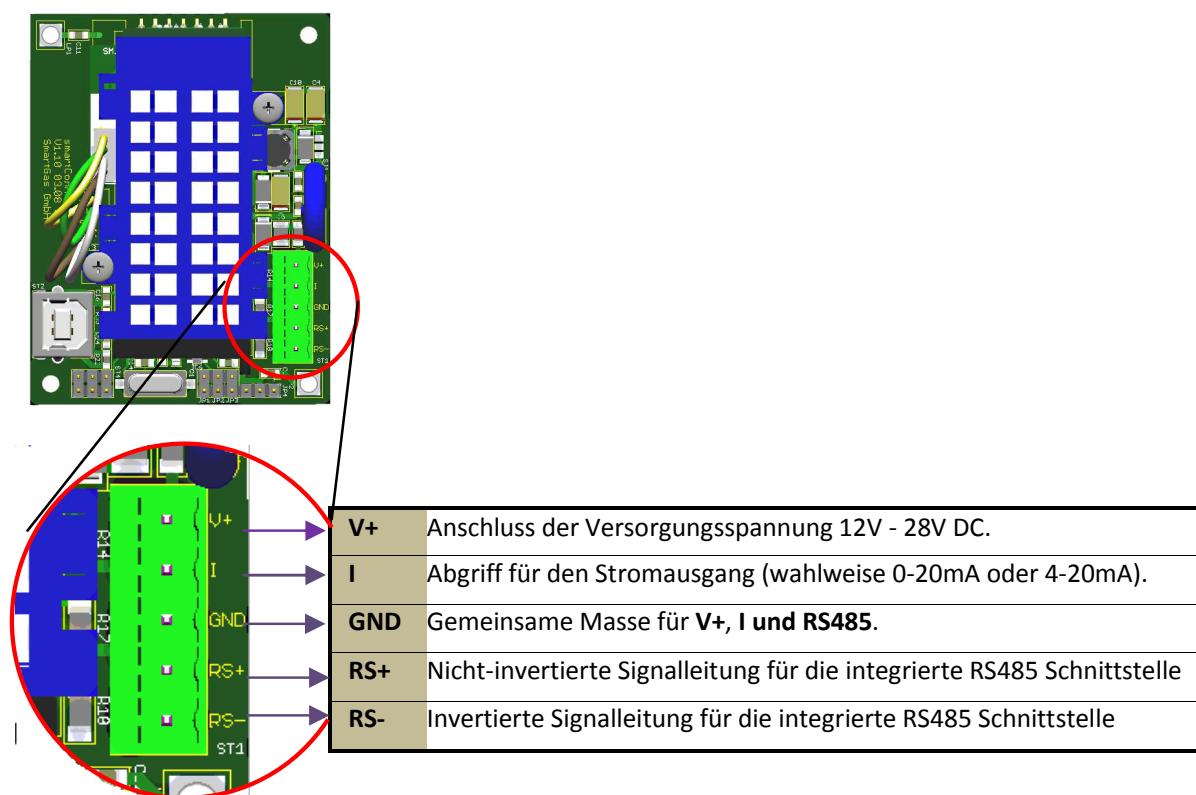


Bild 1: Anschluss der Spannungsversorgung, des Analogausgangs und der RS 485 Schnittstelle

Die Verbindung von Messzelle und Schnittstelle wird über eine Datenleitung hergestellt.

Die Platine **smartCONNECT** und das **smartMODUL^{BASIC}** sind miteinander verschraubt.

Die Verbindung wird über einen 4-poligen Steckverbinder hergestellt – siehe Bild 2.

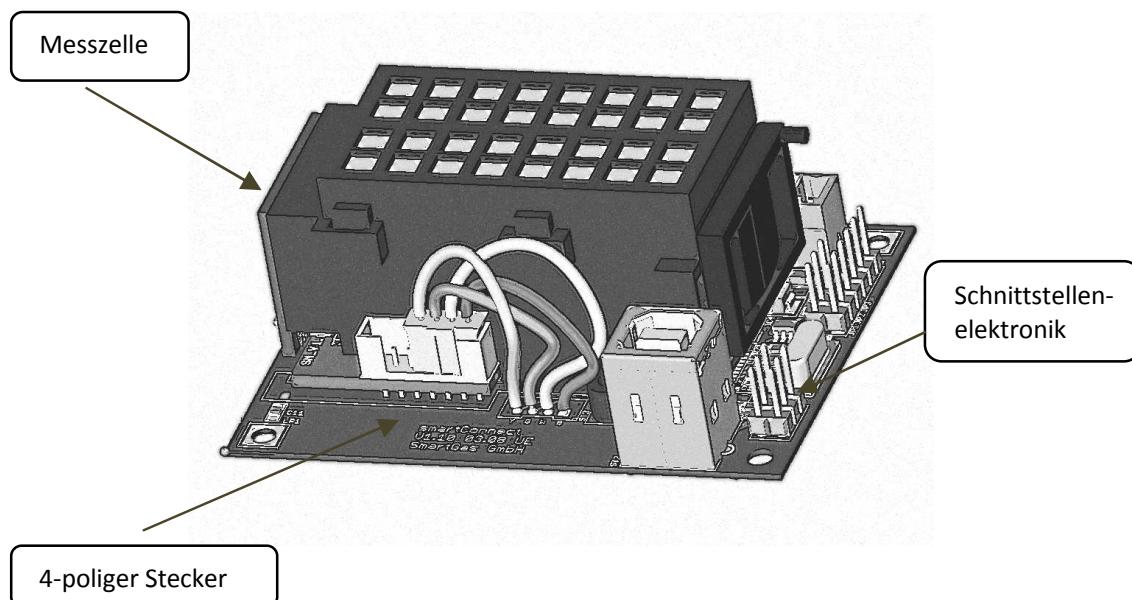


Bild 2: smartCONNECT Platine inkl. smartMODUL^{BASIC}

Achtung: Die Schnittstellenelektronik ist auf die Messzelle abgestimmt, und darf nur mit dieser betrieben werden. Beide Komponenten bilden eine feste Einheit!

3. Inbetriebnahme des smart*MODUL CONNECT*

Der Anschluss und die Signalausgabe des smart*MODUL CONNECT* erfolgen über den Stecker **ST1** - siehe Bild 1. Für die Inbetriebnahme und die Benutzung des Stromausgangs muss der Sensor erst eingebaut und angeschlossen werden.

Um Fehler und Beschädigungen zu vermeiden, empfehlen wir die folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. smart*MODUL CONNECT* in der gewünschten Anwendung montieren. Dabei auf ausreichenden Abstand zu leitenden Teilen achten, um Kurzschlüsse oder Beschädigungen zu vermeiden.
2. Den grünen Kabelstecker von **ST1** abziehen, wie in Bild 3 gezeigt wird. Die Anschlüsse und die Klemmschrauben sind nun gut zu erreichen.

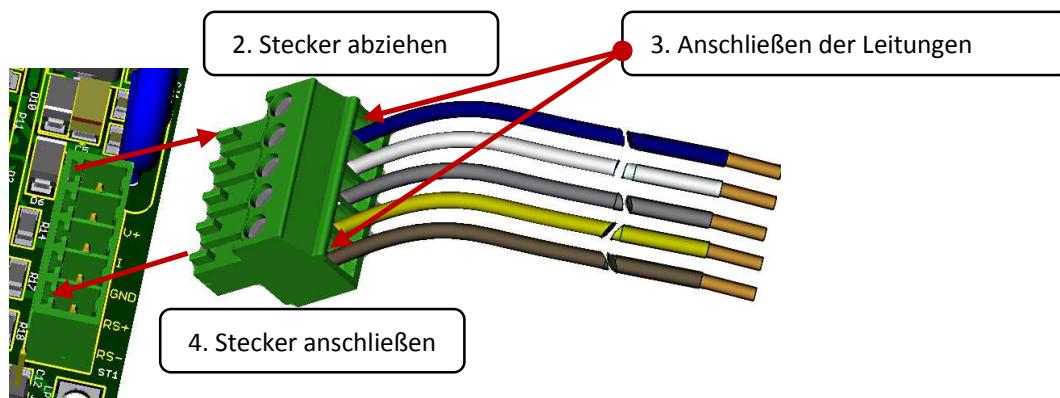


Bild 3: Der Kabelstecker MC 1,5-3,81, passend für das Grundgehäuse ST1 auf der Schnittstellenplatine

3. Versorgungsspannung an **V+** und **GND** anschließen. Signalleitung für den Stromausgang an **I** und **GND** oder alternativ **RS+**, **RS-** und **GND** für RS485 Kommunikation anschließen. **GND** ist dabei gemeinsame Masse für die Versorgungsspannung, das Stromsignal und die RS485 Kommunikation.
Bitte stellen Sie sicher, dass die Reihenfolge der Anschlüsse am Stecker mit den Bezeichnungen auf der Leiterplatte übereinstimmt (Einbaurichtung des Steckers beachten! → siehe Bild 1).
4. **ST1** wieder anschließen.

Hinweise zur Verdrahtung

Die zu verwendenden Leitungen sollten einen Querschnitt von 1,5 mm² aufweisen. Da Klemmschrauben am MC 1,5-3.81 Stecker verwendet werden, ist es ratsam Aderendhülsen an das Ende der Leitungen anzubringen.

Für die Datenleitung, sollte ein **verdrilltes** und **geschirmtes** Kabel verwendet werden. Es ist zu vermeiden die Datenleitung in Nähe von starken magnetischen oder elektromagnetischen Feldern zu verlegen (z.B. das elektromagnetische Feld eines Elektromotors).

4. Schnittstellen des smartMODULCONNECT

4.1 Die analoge Schnittstelle

Die analoge Schnittstelle des smartMODULCONNECT bietet zwei Optionen zur Auswertung des Messwertes:

1. Stromsignal im Bereich 0-20mA, linear zum Messwert;
2. Stromsignal im Bereich 4-20mA, linear zum Messwert. Diese Option ermöglicht auch die leichte Erkennung eines Drahtbruchs bzw. Ausfall der Sensorik.

Mit Hilfe eines Widerstandes kann aus dem Stromsignal ein Spannungssignal erzeugt werden.
Mehr dazu im Unterpunkt 4.1.1.

Den Bereich des Stromsignals, stellt man mit Hilfe des Jumpers JP3 ein:

1. gesteckt \Leftrightarrow 0-20mA (**Auslieferungszustand**) – siehe Bild 4;
2. nicht gesteckt \Leftrightarrow 4-20mA – siehe Bild 5.

Achtung: Eine Umschaltung zwischen den beiden Bereichen per Jumper ist nur im stromlosen Zustand (getrennte Versorgungsspannung) möglich

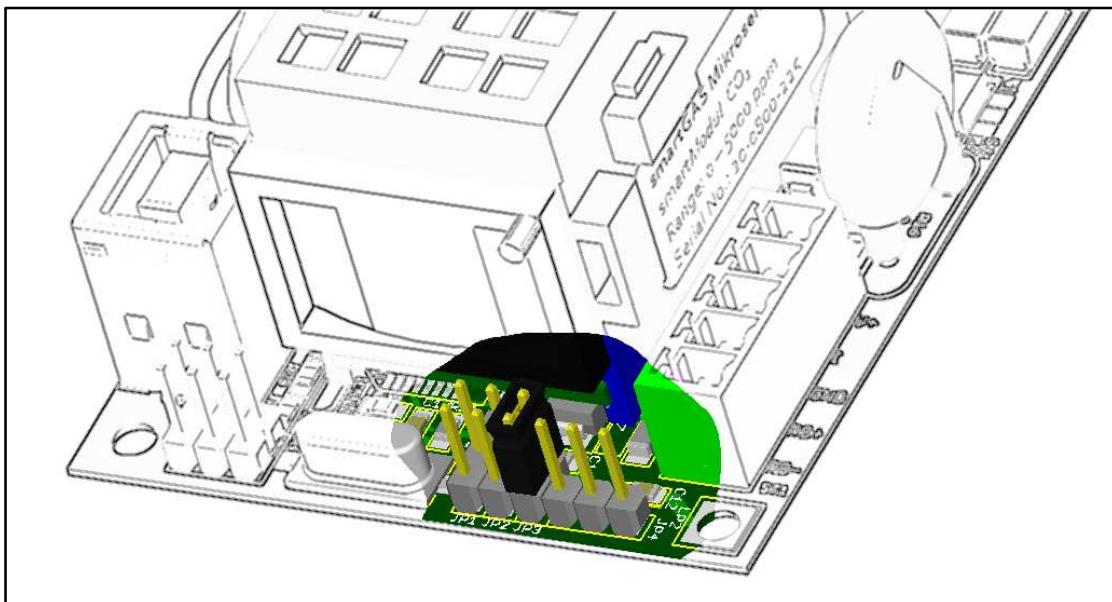


Bild 4: Jumper 3 gesteckt → Bereich des Stromsignals 0-20mA

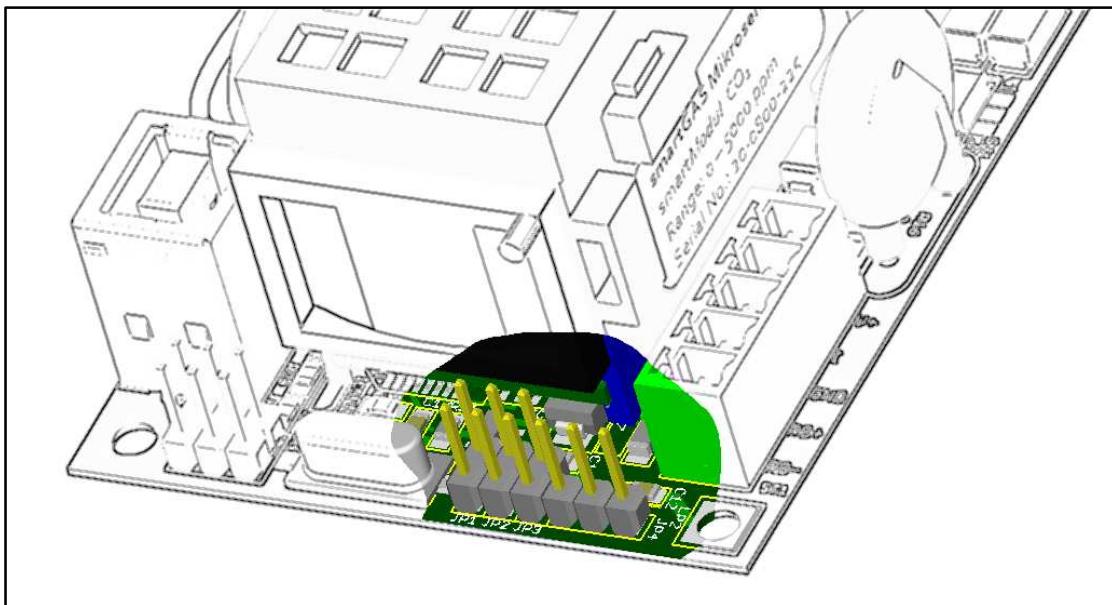


Bild 5: Jumper 3 nicht gesteckt → Bereich des Stromsignals 4-20mA

Für die Verwendung des Analogesignals 0-20mA oder 4-20mA, kann das smart^{MODUL} CONNECT als ein 3-Leiter Transmitter gesehen werden. Somit kann die Leitung wie in Bild 6 verlegt werden. Die Einspeisung kann direkt über die Auswerteeinheit (hier als Controller dargestellt) erfolgen, jedoch muss sichergestellt werden, dass genügend Strom zur Verfügung steht. Ansonsten ist ein zusätzliches Netzteil notwendig.

Ist die Versorgungsspannung eingeschaltet, wird das smart^{MODUL} CONNECT aktiv, und fährt hoch (siehe Kapitel 5).

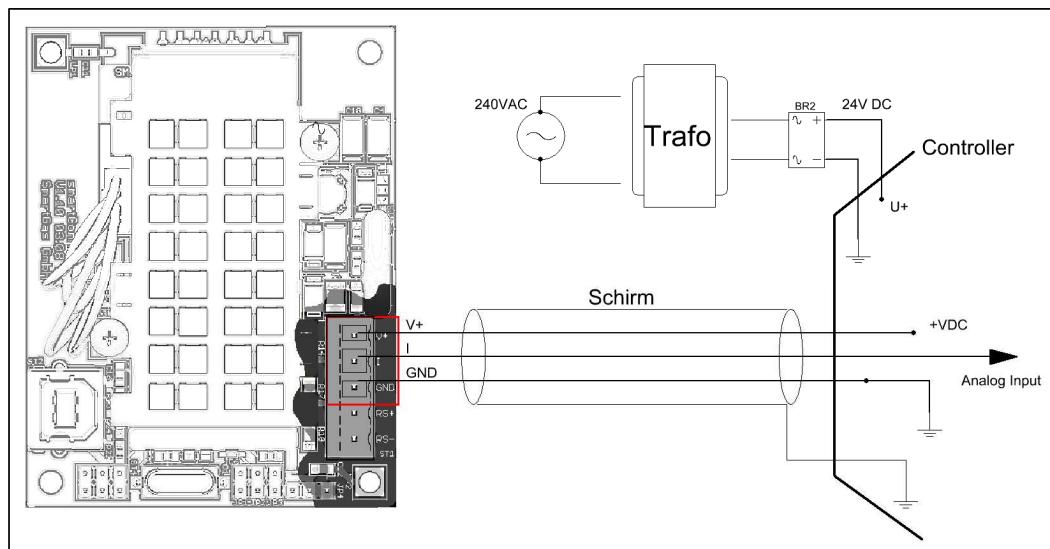


Bild 6: Stromschleife mit 3-Leiter-Anschluss: Versorgung, Signal und Masse

4.1.1 Verwendung des smartMODULCONNECT mit Spannungsausgang

In einigen Anwendungen ist es erforderlich, die Ausgangssignale des smartMODULCONNECT in ein lineares Spannungssignal umzuwandeln, um es anschließend auswerten zu können. Dafür muss ein präziser Widerstand als Shunt an den Stromausgang (zwischen **I** und **GND** → siehe Bild 7) angeschlossen werden. Der daraus resultierende Spannungsabfall über dem Widerstand bildet dann den Konzentrationswert des gemessenen Gases linear ab.

Je nach eingestellter Betriebsart des Stromes können folgende Werte für die Ausgangsspannung eingestellt werden:

4-20mA	→ 0,2V – 1,0V	mit einem 50Ω Widerstand
	→ 0,5V – 2,0V	mit einem 100Ω Widerstand
0-20mA	→ 0V – 1,0V	mit einem 50Ω Widerstand
	→ 0V – 2,0V	mit einem 100Ω Widerstand

Achtung: Auf keinen Fall darf für die Erzeugung des Ausgangssignals ein Widerstand verwendet werden, der größer ist als 125Ω. Dies hätte fehlerhafte Messergebnisse zur Folge. Der maximal zulässige Wert der Ausgangsspannung liegt bei 2,5V und sollte daher auf keinen Fall überschritten werden.

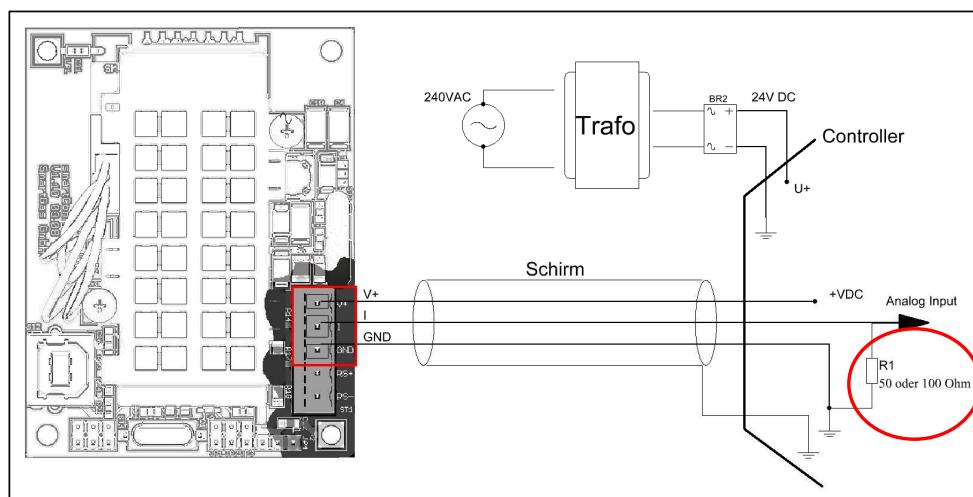


Bild 7: Umformen des Stromsignals in ein Spannungssignal

4.1.2 Drahtbruch zwischen smartMODUL^{BASIC} und Schnittstellenelektronik

Sollte im Betrieb eines smartMODUL^{CONNECT} einmal die Kommunikation zwischen dem smartMODUL und der Schnittstellenelektronik unterbrochen werden (unbeabsichtigte Trennung oder Drahtbruch), wird dieser Zustand wie folgt am Stromausgang angezeigt:

Betrieb mit **4-20mA** → Ausgangsstrom wird auf **2mA** eingefroren.

Betrieb mit **0-20mA** → der **zuletzt ausgegebene** Stromwert wird eingefroren.

Je nach Betriebsart und nachgeschalteter Auswertung kann ein solcher Zustand dann zur Fehlererkennung genutzt werden.

Wird der Defekt behoben, beginnt das smartMODUL^{CONNECT} automatisch wieder mit der normalen Hochlaufphase und wechselt anschließend wieder in den Normalbetrieb, wie im Kapitel 5. beschrieben.

Anmerkung:

*Wurde als Betriebsart **0-20mA** gewählt, wird der **eingefrorene Stromwert bis zum Abschluss der erneuten Hochlaufphase** gehalten. Eine einwandfreie Drahtbrucherkennung ist in der Regel nur in der Betriebsart **4-20mA** möglich!*

4.2 RS485-Schnittstelle

Das smartMODUL^{CONNECT} verfügt hardwaremäßig über eine RS485-Schnittstelle mit zwei Leitungen (**Half-Duplex**). Die Datenübertragung ist seriell und erfolgt mittels eines symmetrischen Signals auf den Leitungen RS- und RS+:

- RS- invertierte Datenleitung der Schnittstelle
- RS+ nichtinvertierte Datenleitung der Schnittstelle

Auf diese Schnittstelle kann über die 5-polige Steckverbindung **ST1** (Bild 8) zugegriffen werden.

Die RS485 Schnittstelle ermöglicht einen **Single Master/Multiple Slave** – Betrieb, wobei das smartMODUL^{CONNECT} als Slave zu sehen ist. Als Master kann ein PC oder eine andere beliebige Auswerteeinheit (z.B. Microcontroller, SPS) verwendet werden.

Falls die Teilnehmer nicht dasselbe Nullpotential (gleiche Masse) haben, besteht die Möglichkeit, dass große Potentialdifferenzen auftreten können. Damit sich diese nicht auf die Endgeräte auswirken, müssen die Schnittstellen vom Rest der Schaltung galvanisch getrennt sein (z.B. durch schnelle Optokoppler).

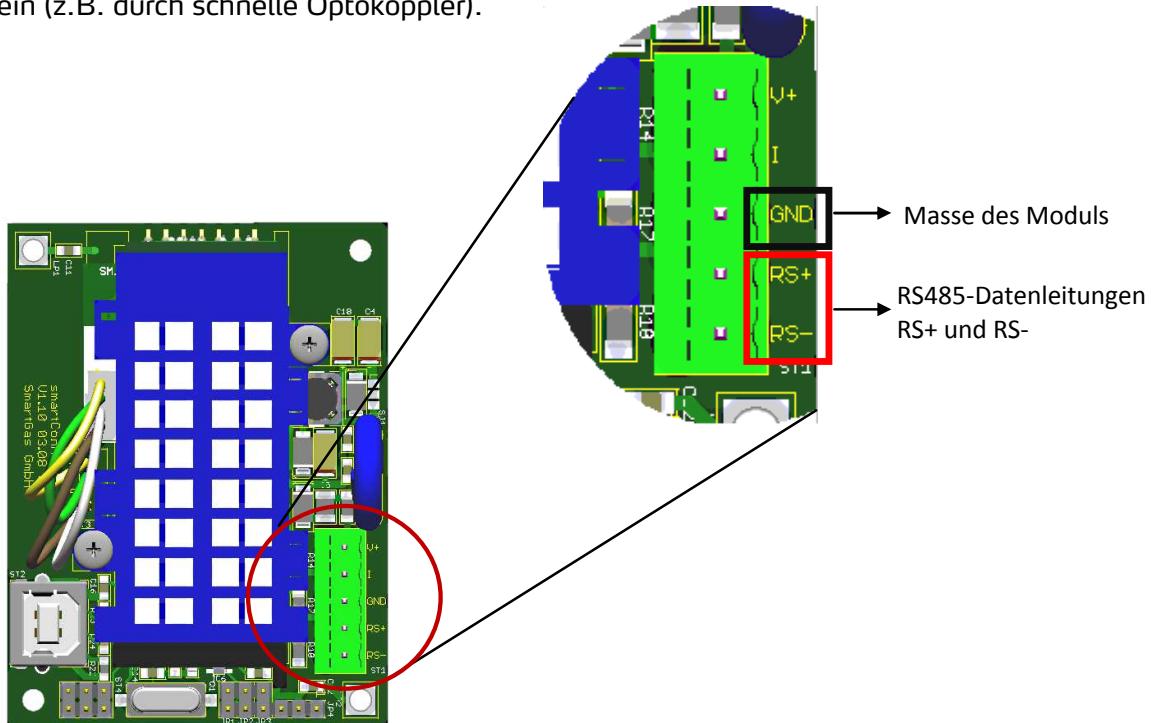


Bild 8: RS485 Schnittstellenanschluss

Terminierung

Ab einer Leitungslänge von 30 cm empfiehlt sich die Verwendung von Abschlusswiderständen, um Reflexionen zu vermeiden.

Bewährt haben sich an beiden Enden Widerstände mit 120 Ω, wie in Bild 9 blau dargestellt.

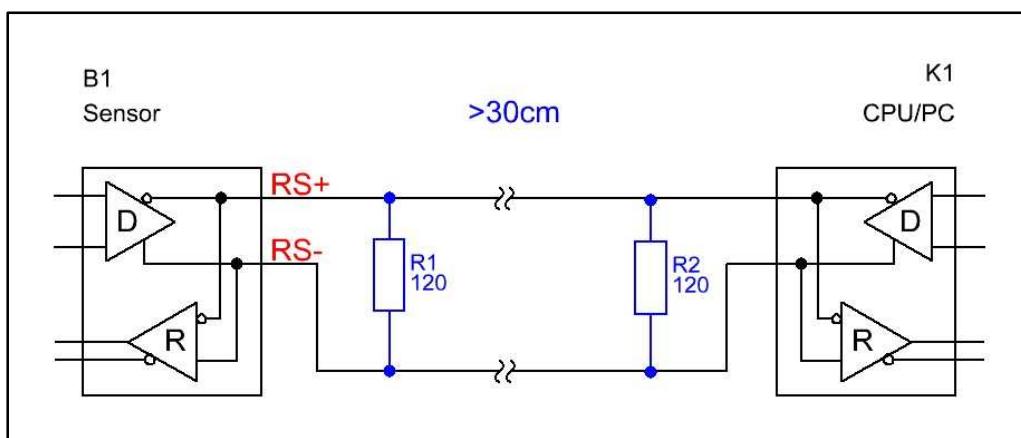


Bild 9: Verbindung Master-Slave

Hinweis: Das verwendete Kabel für die Verdrahtung sollte geschirmt und verdrillt sein (Twisted - Pair-Kabel).

Betrieb mit mehreren Slave-Teilnehmern

Der RS485 Datenbus ermöglicht das Einbinden von bis zu 32 Teilnehmern, die wie in Bild 10 angeschlossen werden. Am Anfang und am Ende des Datenbus werden die Abschlusswiderstände eingesetzt. Die dazwischen hängenden Teilnehmer werden mittels Stichleitungen an den terminierten Datenbus geführt.

Bei einer Übertragungsrate von 2,4 kbps (2400 baud) ist die Gesamtlänge des Datenbus inkl. Stichleitungen auf 500m zu begrenzen. Grundsätzlich gilt, je grösser die Übertragungsrate, desto kleiner die Längensumme der Stichleitungen.

Bitte beachten: Die Widerstände R₃ ... R₆ sind schon auf der smartCONNECT – Platine bestückt.

Die Angabe von 10kΩ für R₃...R₆ dient nur als Richtwert.

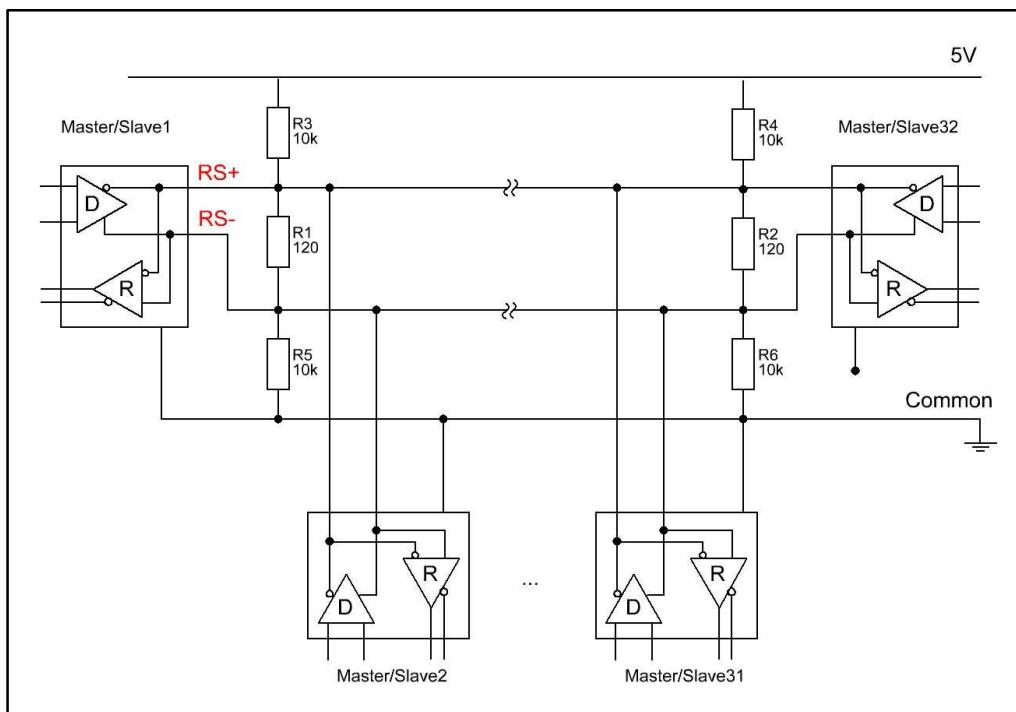


Bild 10: Anbinden der bis zu 32 Teilnehmer an den RS485 Datenbus

Beispiel einer Anwendung mit mehreren Teilnehmern:

Teilnehmer-position	Bezeichnung	Adresse	Baudrate	Rolle	Terminierung
1	smartMODUL ^{CONNECT}	22	2,4 kbps	Slave	Ja
2	Computer	-		Master	Nein
3	Temperatursensor	11		Slave	Nein
4	Drucksensor	117		Slave	Ja

Wie man aus der Tabelle entnehmen kann, ist die vergebene Adresse der Teilnehmer unabhängig von deren Position in der Topologie. Da das MODBUS ASCII Protokoll zum Einsatz kommt, benötigt der Master keine Adresse, lediglich die Slaves müssen eine eindeutige Adresse haben. Näheres wird im Unterpunkt 4.2.1 beschrieben.

RS485-Einstellungen:

Baudrate:	2,4 kbps
Datenbits:	7
Stoppbits:	1
Parität:	Gerade (Even)
Timeout:	1000ms
Versuche:	3

Hinweis: In einigen Fällen kann es erforderlich sein, das Timeout auf 1500ms zu erhöhen.

Signalverläufe:

Die Signale werden bei der RS485-Schnittstelle, differenziell übertragen. RS+ führt das Signal unverändert, und RS- in dessen invertierten Form – siehe Bild 11. Die Auswertung des Datensignals erfolgt über die Differenz der beiden Signale [RS+]-[RS-].

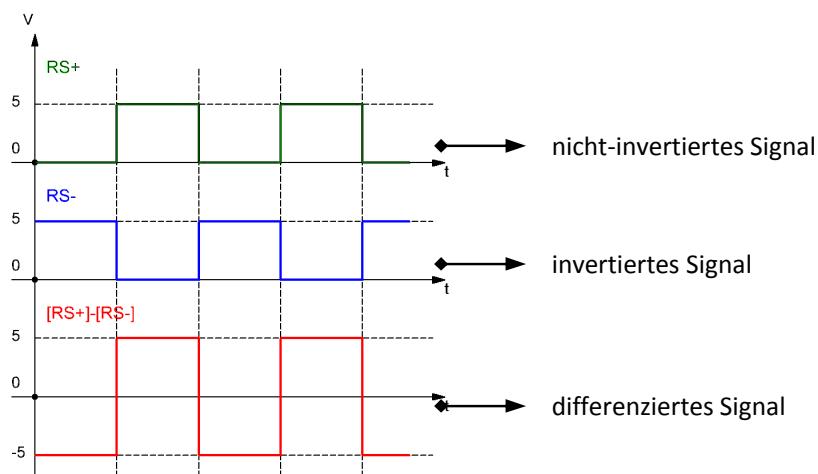


Bild 11: Die Signalübertragung auf dem RS485-Datenbus und deren Auswertung als Differenz unter störungsfreien Bedingungen

RS485 Transmitter stellen unter Last mindestens eine Spannungsdifferenz von $\pm 2\text{V}$ zur Verfügung. Durch potenzielle Dämpfungseinflüsse kann die Spannungsdifferenz kleiner werden. Die Empfänger besitzen eine Empfindlichkeit von $\pm 200\text{mV}$ und können bis zu diesem Wert gültige Signale auswerten:

$[\text{RS+}]-[\text{RS-}] > 200\text{mV} \rightarrow \text{Mark} \rightarrow \text{logisch } "1";$

$[\text{RS+}]-[\text{RS-}] < -200\text{mV} \rightarrow \text{Space} \rightarrow \text{logisch } "0";$

$-200\text{mV} < [\text{RS+}]-[\text{RS-}] < 200\text{mV} \rightarrow \text{falsche Interpretation der Daten ist möglich.}$

Zeitdiagramm des Datenaustauschs zwischen Master und smartMODUL^{CONNECT}

In Bild 12 wird ein mögliches Szenario zwischen Master und smartMODUL^{CONNECT} dargestellt.

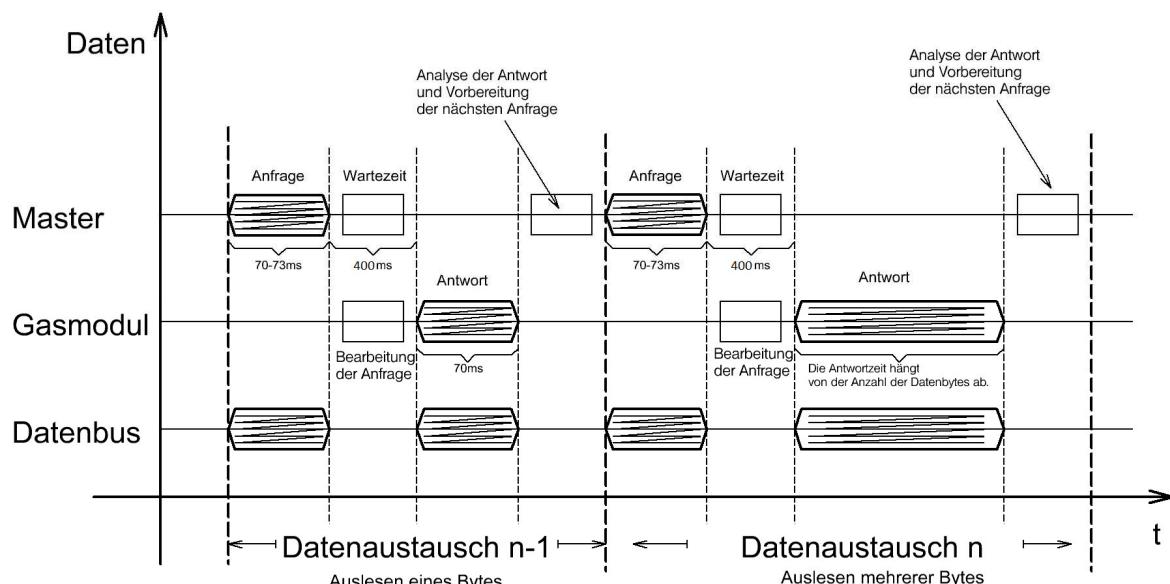


Bild 12: Zeitdiagramm – Datenaustausch zwischen Master und smartMODUL^{CONNECT}

Die Dauer eines Anfragestrings beträgt 70 – 73 ms. Danach ist es möglich, dass eine kurze Pause folgt (max. 400ms). Anschließend folgt die Modulantwort. Diese ist abhängig davon wie viele Bytes ausgelesen werden. Wird nur ein Byte ausgelesen beträgt die Modulantwort ca. 70ms. Beim Auslesen mehrerer Bytes verlängert sich die Antwortphase entsprechend.

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die smartMODUL^{CONNECT} auf eine Anfrage innerhalb von **400ms** reagiert. Anschließend wird die Zeichenkette direkt ohne Antwortpause gesendet

4.2.1 Kommunikation über das MODBUS-Protokoll mit dem smartMODUL^{CONNECT}

Das smartMODUL^{CONNECT} unterstützt durch seine RS485 Schnittstelle das MODBUS - Protokoll im ASCII - Modus. Somit wird die Möglichkeit geboten, eine Vielzahl an Informationen auszuwerten.

Im ASCII - Modus wird jedes 8-Bit Byte als zwei ASCII-Zeichen gesendet. Ein Byte kann auch als zwei Nibble gesehen werden. Ein Nibble hat 4 Bits und repräsentiert genau eine hexadezimale Ziffer.

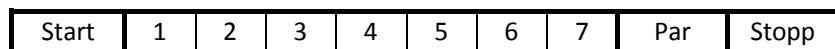
Zum Beispiel ergibt ein Byte mit der Information „0x5B“ die beiden ASCII – Zeichen:

„0x35“ = '5' und

„0x42“ = 'B'

Umrechnungstafel siehe Unterpunkt 4.2.2

Jedes Zeichen wird im ASCII - Modus in folgender Sequenz, von Links nach Rechts gepackt:



- 1 Start-Bit;
- 7 Datenbits, angefangen mit dem niedrigstwertigen Bit, und endend mit dem höchstwertigen Bit;
- 1 Paritätsbit – das smartMODUL^{CONNECT} nutzt die Paritätsprüfung auf „Gerade“;
- 1 Stopp-Bit.

Das MODBUS Datentelegramm:

Im ASCII-Modus, ist das Datentelegramm wie folgt aufgebaut:

Start	Adresse	Steuerbefehl	Daten	LRC	Ende
1 Zeichen ';'	2 Zeichen z.B.: "A0"	2 Zeichen z.B.: "03"	0 bis 2x252 Zeichen z.B.: "00050002"	2 Zeichen z.B.: "A6"	2 Zeichen CR,LF
0x3A	0x41,0x30	0x30,0x33	0x30,0x30,0x30,0x35, 0x30,0x300x30,0x32	0x41,0x36	0x0D,0x0A

Das Telegramm kann eine maximale Größe von 513 Zeichen erreichen. Diese Datenmenge entsteht da im ASCII-Modus für jedes Daten-Byte zwei Zeichen benötigt werden.

Im Bild 13 wird, unabhängig ob Master oder Slave, das Zustandsdiagramm des Sende- und Empfangsautomaten dargestellt. Wird dem smartMODUL CONNECT eine unvollständige Anfrage gesendet, so wird von diesem keine Antwort zurückgegeben. Genauso verhält sich das Modul wenn der angesprochene Registerbereich nicht existiert.

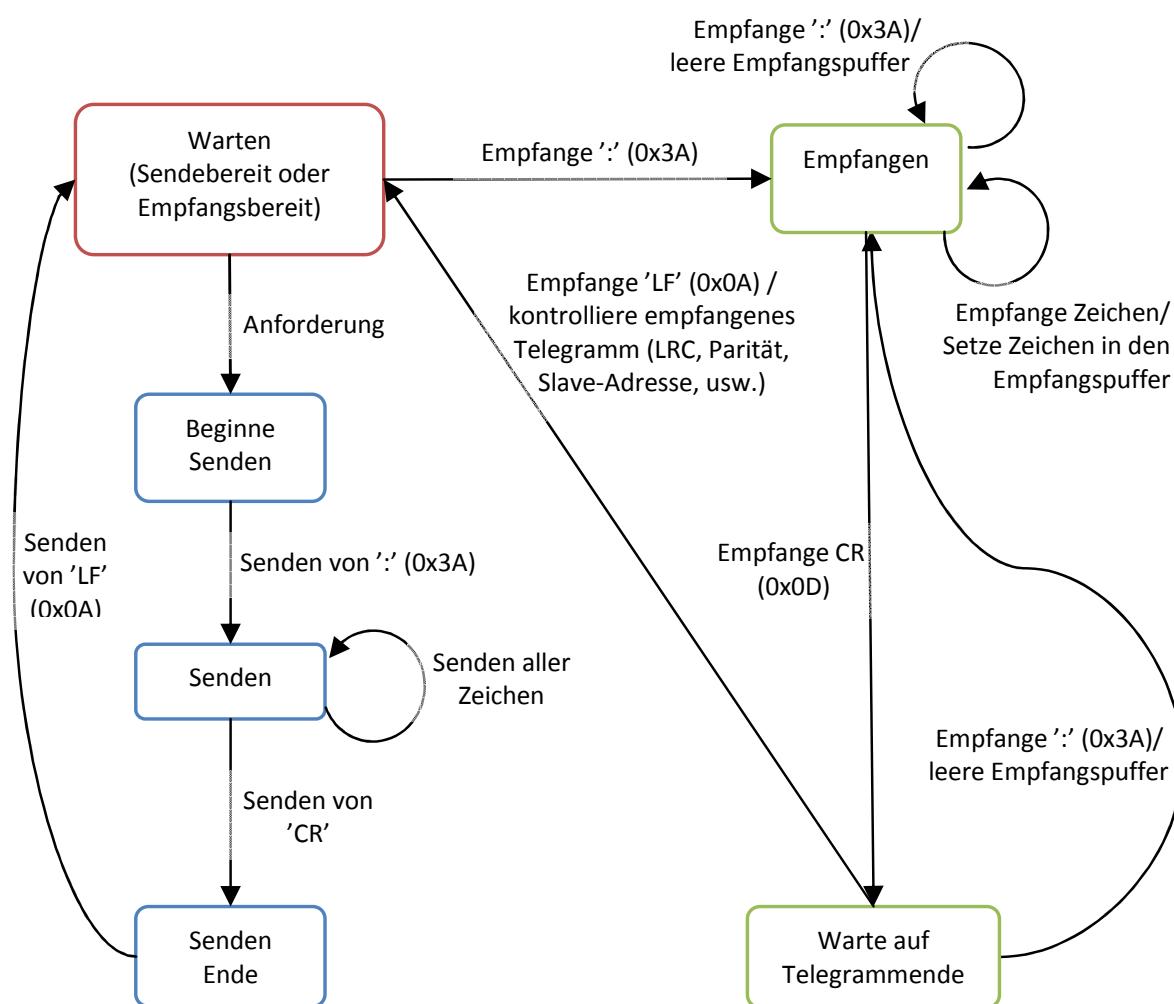


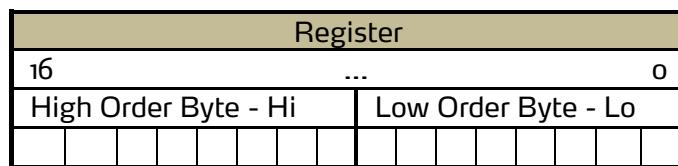
Bild 13: Zustandsdiagramm eines MODBUS-Teilnehmers

Fehlerfreie Telegramme werden verarbeitet, andere verworfen.

MODBUS Steuerbefehle:

0x03 – Lese Halteregister

Dieser Befehl nutzt eine 16-Bit Adressierung auf 16-Bit breite Halteregister.
Ein Halteregister besitzt ein hochwertiges Byte und ein niedrigwertiges Byte.



Anfrage:

Steuerbefehl	1 Byte \Leftrightarrow 2 Zeichen	0x03 \Leftrightarrow "03"
Startadresse	2 Bytes \Leftrightarrow 4 Zeichen	0x0000 bis 0xFFFF \Leftrightarrow "0000" bis "FFFF"
Registeranzahl	2 Bytes \Leftrightarrow 4 Zeichen	1 bis 125 (0x7d) \Leftrightarrow "0001" bis "007D"

Antwort:

Steuerbefehl	1 Byte \Leftrightarrow 2 Zeichen	0x03 \Leftrightarrow "03"
Anzahl Bytes	1 Byte \Leftrightarrow 2 Zeichen	2x N*
Registerwerte	N*x2 Bytes \Leftrightarrow N*x4 Zeichen	

*N = Anzahl der Register

Hinweis: In den Tabellen wird die benötigte Anzahl von Zeichen für das ASCII-Format, als Äquivalenzwert zu den spezifizierten Bytes angegeben.

Beispiel 1 - Auslesen des Registers "Device Type":

Anfrage		Antwort		Bedeutung der Daten
Feld	(Hex)	Feld	(Hex)	
Steuerbefehl	03	Steuerbefehl	03	
Startadresse Hi	00	Anzahl Bytes	08	
Startadresse Lo	80	Registerwert Hi (128)	53	'S'
Anzahl Register Hi	00	Registerwert Lo (128)	4D	'M'
Anzahl Register Lo	04	Registerwert Hi (129)	2D	'.'
		Registerwert Lo (129)	43	'C'
		Registerwert Hi (130)	4F	'O'
		Registerwert Lo (130)	32	'2'
		Registerwert Hi (131)	20	'' = Leerzeichen
		Registerwert Lo (131)	20	'' = Leerzeichen

Die in diesem Beispiel übermittelte Information ist mit der ASCII – Tabelle aufzulösen.

Beispiel 2 – Auslesen des Registers „Konzentration“:

Anfrage		Antwort		Bedeutung der Daten
Feld	(Hex)	Feld	(Hex)	
Steuerbefehl	03	Steuerbefehl	03	
Startadresse Hi	00	Anzahl Bytes	02	
Startadresse Lo	0A	Registerwert Hi (10)	01	Gaskonzentration von 456ppm
Anzahl Register Hi	00	Registerwert Lo (10)	C8	
Anzahl Register Lo	01			

Die zwei Datenbytes werden zusammengefasst als Hexadezimalwert übertragen. Wird dieser Wert in eine Dezimalzahl umgewandelt, kann die Konzentration ermittelt werden (hier: 456ppm).

Ggf. muss zur Darstellung der Konzentration der Korrekturfaktor (Kapitel 9) verwendet werden (zusätzlich zu finden auf dem mitgelieferten QS-Schein).

Beispiel: Sensor für 100 Vol.-% CO₂

Registerwert Konzentration (0x000A)	= 749
Korrekturfaktor (Kapitel 9) für 100 Vol.-% CO ₂	= 0,1
Einheit (Kapitel 9)	= Vol.-%

$$\text{Konzentration} \rightarrow 749 \times 0,1 = \underline{\underline{74,9 \text{ Vol.}-\%}}$$

0x06 – Schreibe in Register

Dieser Befehl ermöglicht es, gezielt in ein einziges Halteregister zu schreiben.

Anfrage:

Steuerbefehl	1 Byte ⇔ 2 Zeichen	0x06 ⇔ "06"
Registeradresse	2 Bytes ⇔ 4 Zeichen	0x0000 bis 0xFFFF ⇔ "0000" bis "FFFF"
Registerwert	2 Bytes ⇔ 4 Zeichen	0x0000 bis 0xFFFF ⇔ "0000" bis "FFFF"

Antwort:

Steuerbefehl	1 Byte ⇔ 2 Zeichen	0x06 ⇔ "06"
Registeradresse	2 Bytes ⇔ 4 Zeichen	0x0000 bis 0xFFFF ⇔ "0000" bis "FFFF"
Registerwert	2 Bytes ⇔ 4 Zeichen	0x0000 bis 0xFFFF ⇔ "0000" bis "FFFF"

Beispiel – Schreiben in das Registers „Modbus_address“:

Anfrage		Antwort		Bedeutung der Daten
Feld	(Hex)	Feld	(Hex)	
Steuerbefehl	06	Steuerbefehl	06	
Registeradresse Hi	00	Registeradresse Hi	00	
Registeradresse Lo	C0	Registeradresse Lo	C0	
Registerwert Hi	00	Registerwert Hi	00	Die Adresse des Moduls
Registerwert Lo	A0	Registerwert Lo	A0	wurde auf 160 gesetzt

Adresse des smartMODUL^{CONNECT} für das MODBUS-Protokoll

Wie schon unter dem Punkt "Das MODBUS Datentelegramm" erwähnt, gehört zum Rahmen des Telegramms auch die Adresse des Slave-Teilnehmers, der entweder angesprochen wird, oder aber eine Antwort auf eine Anfrage liefert.

Beim smartMODUL^{CONNECT} entspricht die Geräteadresse bei Auslieferung, den letzten beiden Ziffern der Seriennummer der Messzelle – siehe Bild 14.

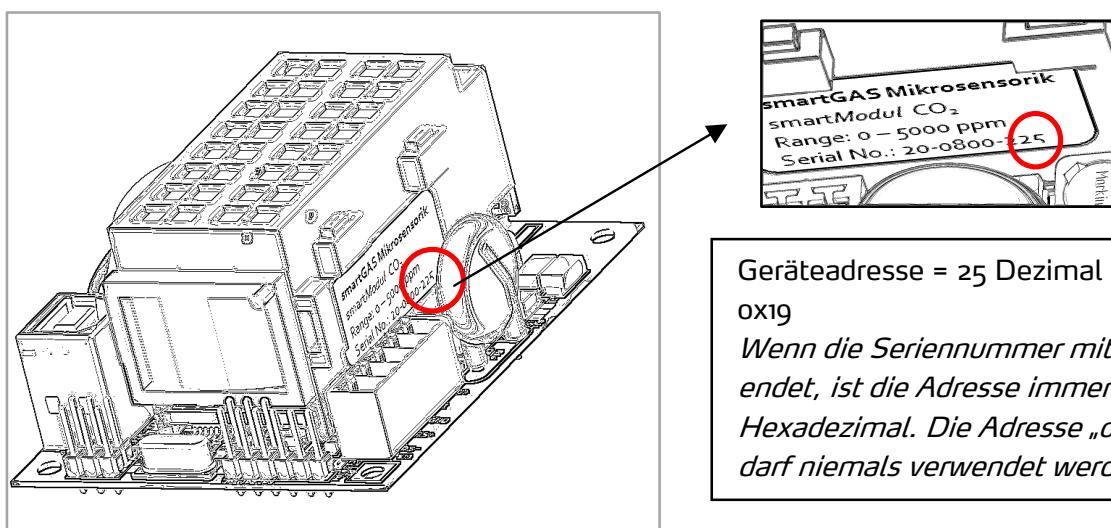


Bild 14: Ermitteln der MODBUS-Adresse des smartMODUL^{CONNECT} im Auslieferungszustand

Bild 15 zeigt in einem Flussdiagramm, wie unbekannte MODBUS-Adressen von Modulen ermittelt werden können. Nun kann ein beliebiges Register (z.B. Seriennummer) über alle Moduladressen (1-247) mit einem Timeout von einer Sekunde abgefragt werden. Wird ein Modul mit der richtigen Adresse angesprochen, reagiert dies, indem es eine Antwort sendet. In dieser Antwort wird die Moduladresse mit gesendet. Somit kann am Ende des Suchzyklus an Hand der Modulantworten analysiert werden, welche Moduladressen gerade am Bussystem angeschlossen sind. Bei der Abfrage der Seriennummer kann man sogar rückschließen, welche Adresse, welchem Modul zugeordnet ist.

Hinweis: Der zulässige Adressbereich für das smartMODUL liegt zwischen 1 und 247. Laut MODBUS-Spezifikation sind die Adressen 248-255 reserviert. Die Adresse 0 steht für Broadcast.

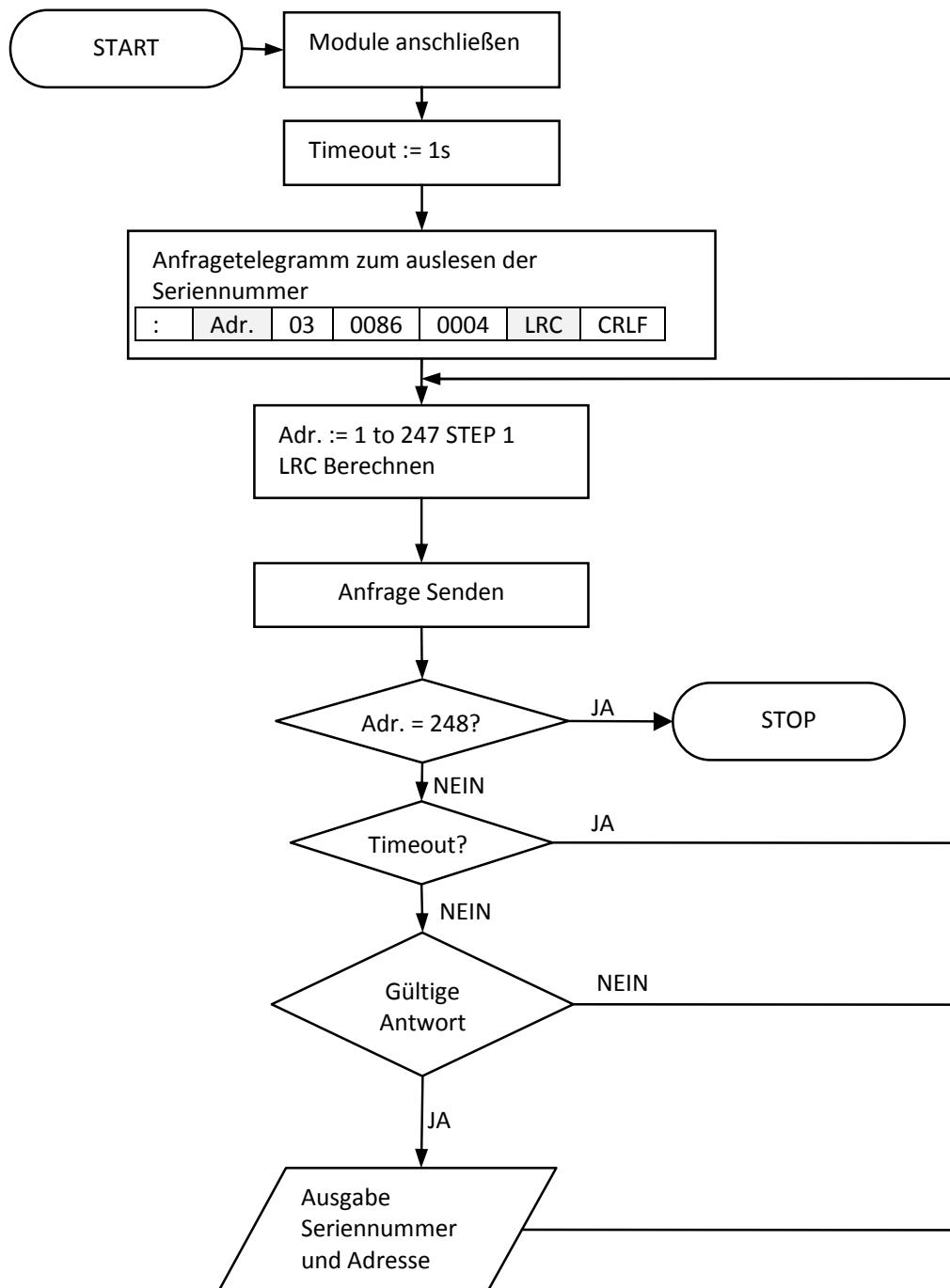


Bild 15: Flussdiagramm – ermitteln von unbekannten Adressen der eingesetzten Module

4.2.2 Berechnung der Prüfsumme

Beispiel einer Berechnung der Prüfsumme:

Umrechnungstafel für ASCII Werte:

ASCII	'0'	'1'	'2'	'3'	'4'	'5'	'6'	'7'	'8'	'9'	'A'	'B'	'C'	'D'	'E'	'F'
Hex	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45	46
Dez.	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	65	66	67	68	69	70

Beispiel: (die aktuelle Modulation der Adresse 160 auslesen):

Datenstring → **A00300050001**

Umrechnung des Datenstrings:

	Adresse		Befehl		Start Register				Anzahl der Register				Summe
String Hex.	A	0	0	3	0	0	0	5	0	0	0	1	---
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
ASCII Dez.	65	48	48	51	48	48	48	53	48	48	48	49	602

Summe in ASCII (dez.): $602 \bmod 256 = 90$ (Rest der Division von 602 durch 256)

Prüfsumme: $255 - 90 + 1 = 166$ (ASCII dez.) → **A6** (String hex.)

Nach der Berechnung der Prüfsumme würde dann also folgendes gesendet werden:

Datenstring : A00300050001**A6**

Die Prüfsumme wird jedes Mal beim Senden von Daten mit übertragen und anschließend vom Empfänger nachgerechnet. Sollte der Datensatz korrupt oder verfälscht sein, dann würde die berechnete Prüfsumme beim Empfänger von der mitgesendeten abweichen. Der Datensatz wäre also nicht verwendbar.

4.2.3 Registerbelegung smartMODUL^{CONNECT}

In der nachfolgenden Tabelle werden die zur Verfügung stehenden Register des smartMODUL^{CONNECT} dargestellt.

Adresse	Registername	Read	Write	Datentyp	Funktion/Erläuterungen
0x0003	T_module	Ja	Nein	signed number	Interne Sensortemperatur, als Bezugspunkt für die Temperaturfehler-Korrektur. Ausgelesener Wert ist in °C und muss mit 0,1 multipliziert werden.
0x0005	MOD	Ja	Nein	signed number	Dient zum Einstellen des Warn-/Alarmlevels. Entspricht nicht der Konzentration.
0x000B	MOD_korr	Ja	Nein	signed number	Hilfswert zur internen Berechnung der Konzentration. Entspricht nicht der Konzentration.
0x0009	Statusflags	Ja	Nein	number	Die Status-Flags geben die Zustände an, die das Modul annehmen kann. Mit entsprechender Maskierung kann man die Zustände auslesen – siehe Kapitel 4.2.3.
0x000A	Konzentration	Ja	Nein	signed number	In diesem Register wird die Konzentration als Zahlenwert abgelegt. Abhängig von der Version des smartMODUL ^{CONNECT} ist noch ein Korrekturfaktor (Kapitel 9) zur Berechnung der Gaskonzentration notwendig. Zusätzlich können Sie diesen Korrekturfaktor dem QS – Schein entnehmen, der zusammen mit den Sensoren ausgeliefert wird. <i>Beispielrechnung in Kapitel 4.2.1.</i>
0x0044	Warn_Level	Ja	Ja	signed number	Gibt den Schaltwert für einen Gas-Voralarm an. Durch Beaufschlagung mit Gas kann diese Schaltschwelle eingestellt werden. Dieser Modulationswert, wird um eins verringert, in dieses Register eingetragen und ist vom Anwender frei einstellbar.
0x0045	Alarm_Level	Ja	Ja	signed number	Gibt den Schaltwert für einen Gas-Hauptalarm an. Durch Beaufschlagung mit Gas kann diese Schaltschwelle eingestellt werden. Dieser Modulationswert wird um eins verringert, in dieses Register eingetragen und ist vom Anwender frei einstellbar.

0x0047	IR_4tagneu	Ja	Ja	number	Nullpunkt (siehe Kapitel 6.1). Kann gelesen und geschrieben werden.
0x0080-0x0083	DeviceType	Ja	Nein	string	Gibt den Typ des angeschlossenen Gerätes an
0x0084-0x0085	Software-version	Ja	Nein	string	Softwareversion des angeschlossenen Gerätes
0x0086-0x0089	SerialNr	Ja	Nein	string	Seriennummer des angeschlossenen Gerätes
0x00C0	Modbus_address	Ja	Ja	unsigned number	MODBUS-Adresse des smartMODUL ^{CONNECT} . Nach Änderung dieser Adresse kann mit dem smartMODUL ^{CONNECT} nur noch über die neue Adresse kommuniziert werden. MODBUS-Adresse darf niemals „0“ sein!

Detailinformationen zum "Statusflags"-Register

Statusflags-Register 0x0009 - Hi								
7	0							
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Statusflags-Register 0x0009 - Lo								
7	0							
mw_ok	Korr	Startup	Warn	Alarm	Syserr	Warmup	Testflag	

Die einzelnen Statusflags von rechts nach links gelesen bedeuten:

- Flag 0: Testflag, Wert „1“ bei einem Gerätetest
- Flag 1: Warmup, Wert „1“ nach dem Start ca. 10s
- Flag 2: Syserr, Wert „1“ bei einem Gerätefehler
- Flag 3: Alarm, Wert „1“ bei Gas-Hauptalarm
- Flag 4: Warn, Wert „1“ bei Gas-Voralarm
- Flag 5: Startup, Wert „1“ in der Hochlaufphase (weniger als 2 Minuten)
- Flag 6: Korr, Wert „1“ wenn das smart/MODUL temperaturkompensiert ist
- Flag 7: mw_ok, Wert „1“ wenn der Nullpunkt gesetzt wurde

Die beiden Flags 6 (Korr) und 7 (mw_ok) sind interne Flags, die im Fertigungsprozess der einzelnen smart/MODULE CONNECT gesetzt werden.

Sie dienen auch der Qualitätskontrolle und werden auf den Wert „1“ gesetzt, wenn das jeweilige smart/MODUL CONNECT temperaturkompensiert wurde und die Kalibrierung durchlaufen hat.

5. Hochlaufphase nach dem Einschalten

Nachdem die Spannungsversorgung und die gewünschte Schnittstelle am smart*MODUL CONNECT* angeschlossen wurde, beginnt der Sensor mit einer Hochlaufphase. Diese dauert weniger als 2 Minuten und dient der internen Überprüfung aller Komponenten und Routinen.

Während der Hochlaufphase können, je nach gewählter Betriebsart, folgende Zustände auftreten:

4-20mA Modus: Ausgangstrom ca. **2mA**, dann Sprung auf ca. **4mA**.

Nach ca. 2 Minuten $I \geq 4\text{mA}$ je nach anstehender Gaskonzentration.

Das Sensorsignal kann Werte unter 4mA annehmen, da es während der Anwärmzeit von der exakten Konzentration abweichen kann.

0-20mA Modus: Ausgangstrom **0mA**. Nach ca. 2 Minuten $I \geq 0\text{mA}$ je nach anstehender Gaskonzentration. Das Sensorsignal kann während der Anwärmzeit noch von der exakten Konzentration abweichen.

RS485 –

MODBUS-ASCII: Durch das periodische Auslesen des "Statusflags"-Registers (0x0000) kann man das Flag 5 - "Startup" mittels Maskierung auswerten. Solange der Wert "1" anliegt, befindet sich das Modul in der Hochlaufphase. Mit der Auswertung von Flag 1 - "Warmup" kann man die ca. 10s dauernde Aufwärmphase überwachen.

Ist die Hochlaufphase abgeschlossen und sind alle Testroutinen einwandfrei beendet, wechselt das smart*MODUL CONNECT* selbstständig in den Normalbetrieb und stellt die gemessene Gaskonzentration zur Verfügung. Diese kann über das Stromsignal (oder umgeformt als Spannungssignal) ermittelt werden. Im Falle der Auswertung durch die RS485-MODBUS Schnittstelle ist die Gaskonzentration im Register "Konzentration" (0x000A) abgelegt, und kann gelesen werden.

6. Kalibrierung des smartMODUL^{CONNECT}

In vielen Anwendungen wird eine Kalibrierung der verwendeten Sensorik nach erstmaliger Inbetriebnahme oder in regelmäßigen Intervallen verlangt. Dabei sind grundsätzlich zwei verschiedene Arten zu unterscheiden:

1. Nullpunkt-Kalibrierung

Sie dient dazu, dem Sensor mitzuteilen, bei welcher Gaskonzentration sich in der jeweiligen Umgebung der normale Nullpunkt befindet. Dies ist nicht zwangsläufig eine Gaskonzentration von 0%, sondern z.B. bei der Messung von CO₂ in der Umgebungsluft der natürliche Wert von 350 ppm – 380 ppm.

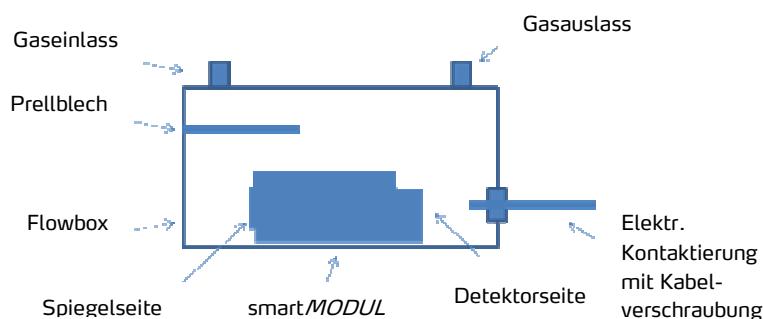
Die richtige Auswahl des richtigen Nullgases ist somit von großer Bedeutung.

2. Endpunkt-Kalibrierung

Die Endpunkt-Kalibrierung dient dazu, den Messbereichsendwert (MBE) festzulegen.

Dies ist der maximale Wert, der mit dem jeweiligen Sensor sicher und genau erfasst werden kann. Bei der Auswahl eines Sensors ist darauf zu achten, den MBE nicht zu klein zu dimensionieren, da sonst die Messungen u.U. sehr ungenau und fehlerhaft werden können.

Achtung: Das smartMODUL^{CONNECT} muss 30 Minuten im Betrieb sein, bevor kalibriert werden kann! Die Konzentration des Kalibriergases (Null- u. Endpunkt) muss stabil sein. Dies kann, abhängig von den Randbedingungen, einige Minuten dauern! Sofern im Rahmen der Applikation nicht anders spezifiziert wird eine Überprüfung der Sensoren alle 2 Jahre empfohlen.



Schematisches Beispiel zur Kalibrierung eines smartMODUL^{CONNECT}

6.1 Nullpunkt-Kalibrierung

1. **Nullgas** beaufschlagen und sicherstellen, dass die Messküvette vollständig gespült wurde und dass sich keine Restgase mehr im Inneren befinden. Bevor mit der Kalibrierung gestartet werden kann, müssen die Messwerte stabil sein.

An **JP4** einen Jumper auf die Position **1-2** stecken und **ca. 20 Sekunden abwarten**. Der Wert des Ausgangsstromes sollte dann auf 0mA oder 4mA (je nach Betriebsart), bzw. auf 0V oder z.B. 0,5V (bei 100Ω) sinken. Wird der Jumper nun gezogen, ist die Nullpunkt-Kalibrierung beendet und die neuen Werte werden im Sensor gespeichert Messzelle – siehe Bild 16.

Achtung: Nur mit reinem Nullgas durchführen, da es sonst später zu Messfehlern kommt.

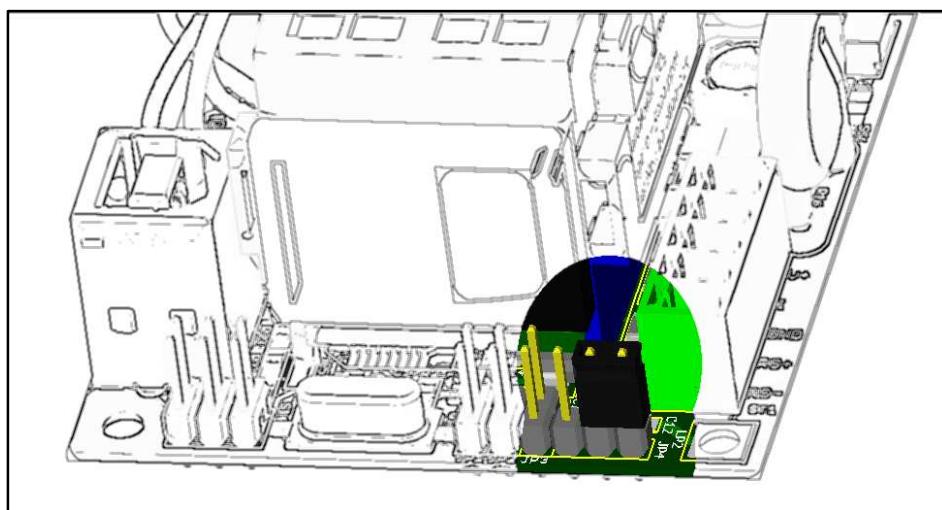


Bild 16: Nullpunkt-Kalibrierung (Jumper auf JP4, PIN 1-2)

6.2 Nullpunkt-Kalibrierung über das MODBUS-ASCII-Protokoll

Um den **Nullpunkt** per RS485 zu kalibrieren muss das smart*MODUL CONNECT* an die Spannungsversorgung und an die MODBUS-Kommunikation angeschlossen werden. Des Weiteren muss der Sensor mit **Nullgas** beströmt werden.

Nun wird mit Hilfe des MODBUS-Protokolls das Register 0x0004 ausgelesen. Der Wert dieses Registers verhält sich analog zur gemessenen Gaskonzentration. Das folgende Beispiel beschreibt das Auslesen dieses Registers an einem smart*MODUL CONNECT* mit der Modbusadresse 160 (0xA0):

Senden des folgenden Befehls an das smart*MODUL CONNECT*:

":A00300040001A7"

Start	Adresse 160	Lesen	Startregister 0x0004	Registeranzahl: 1	Prüfsumme
:	A0	03	00 04	00 01	A7

Es wird folgende Antwort gesendet (Der Dateninhalt kann abweichen):

":A003021F1AE1"

Start	Adresse 160	Lesen	Anzahl der Bytes: 2	Daten: 7962	Prüfsumme
:	A0	03	02	1F 1A	E1

Nun wurde das Register 0x0004 mit dem Inhalt **0x1F1A** (=7962) ausgelesen.

Bleibt dieser Wert über einen längeren Zeitraum stabil ist auch die gemessene Gaskonzentration stabil. Erst dann kann der Nullpunkt gesetzt werden. Hierzu muss das Register "IR_4tagneu" (0x0047) mit dem Inhalt des zuvor ausgelesenen Registers (0x0004) beschrieben werden.



Senden des folgenden Befehls an das smart*MODUL CONNECT*:

":A00600471F1A75"

Start	Adresse 160	Schreiben	Register: 0x0047	Daten:0x1F1A	Prüfsumme
:	A0	06	00 47	1F 1A	75

Wurde der Befehl korrekt übertragen wird derselbe Befehl als Antwort zurückgesendet.

Nun kann das Register ox0047 überprüft werden ob die Werte korrekt geschrieben wurden.

Senden des folgenden Befehls an das smart*MODUL CONNECT*:

":A00300470001Ao"

Start	Adresse 160	Lesen	Startregister 0x0047	Registeranzahl	Prüfsumme
:	A0	03	00 47	00 01	A0

Es wird folgende Antwort gesendet:

":A003021F1AE1"

Start	Adresse 160	Lesen	Anzahl der Bytes: 2	Daten: 7962	Prüfsumme
:	A0	03	02	1F 1A	E1

6.3 Endpunkt-Kalibrierung

- Das smartMODUL^{CONNECT} mit einer Gaskonzentration beaufschlagen, die dem Wert des Messbereichsendwert für den Sensor gebaut wurde entspricht, und sicherstellen, dass sich keine Restgase mehr im Inneren der Küvette befinden. Bevor mit der Kalibrierung gestartet werden kann, müssen die Messwerte stabil sein.

An **JP4** einen Jumper auf die Position **2-3** stecken und **ca. 20 Sekunden** abwarten. Der Wert des Ausgangsstromes sollte dann auf **20mA, bzw. 2,0V** (bei 100Ω) springen. Wird der Jumper nun gezogen, ist die Endpunkt-Kalibrierung beendet und die neuen Werte werden im Sensor gespeichert Messzelle – siehe Bild 17.

Achtung: Nur mit der Gaskonzentration die dem angegebenen Messbereichsendwert entspricht durchführen, da es sonst später zu Messfehlern kommt.

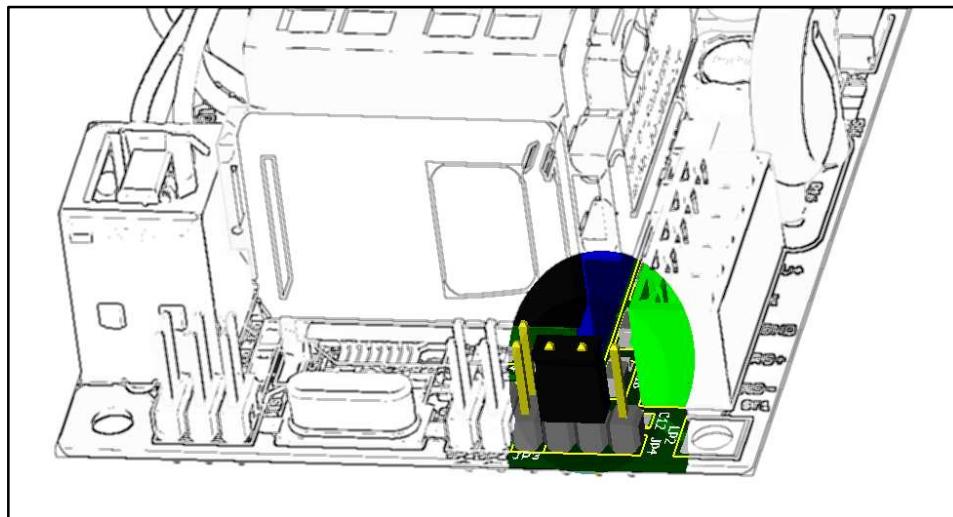


Bild 17: Endpunkt-Kalibrierung (Jumper auf JP4, PIN **2-3**)

7. Allgemeine Hinweise

Die in diesem Dokument nicht beschriebenen Anschlüsse:

- **JP1** *Darf nie gesteckt werden!*
- **JP2** Nur fertigungsrelevant
- **ST2** USB nur fertigungsrelevant
- **ST4** Nicht belegt

sind fertigungsrelevante Schnittstellen und dürfen unter keinen Umständen verwendet werden.

Ein Missbrauch oder der Versuch einer Nutzung führt unter Umständen zur Zerstörung der Elektronik, in jeden Fall aber zum Erlöschen der Herstellergarantie!

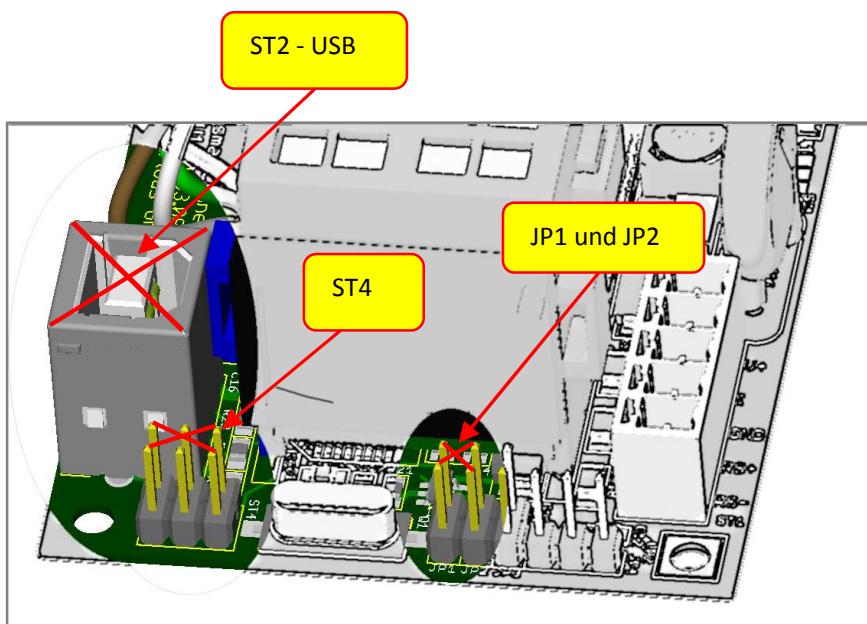


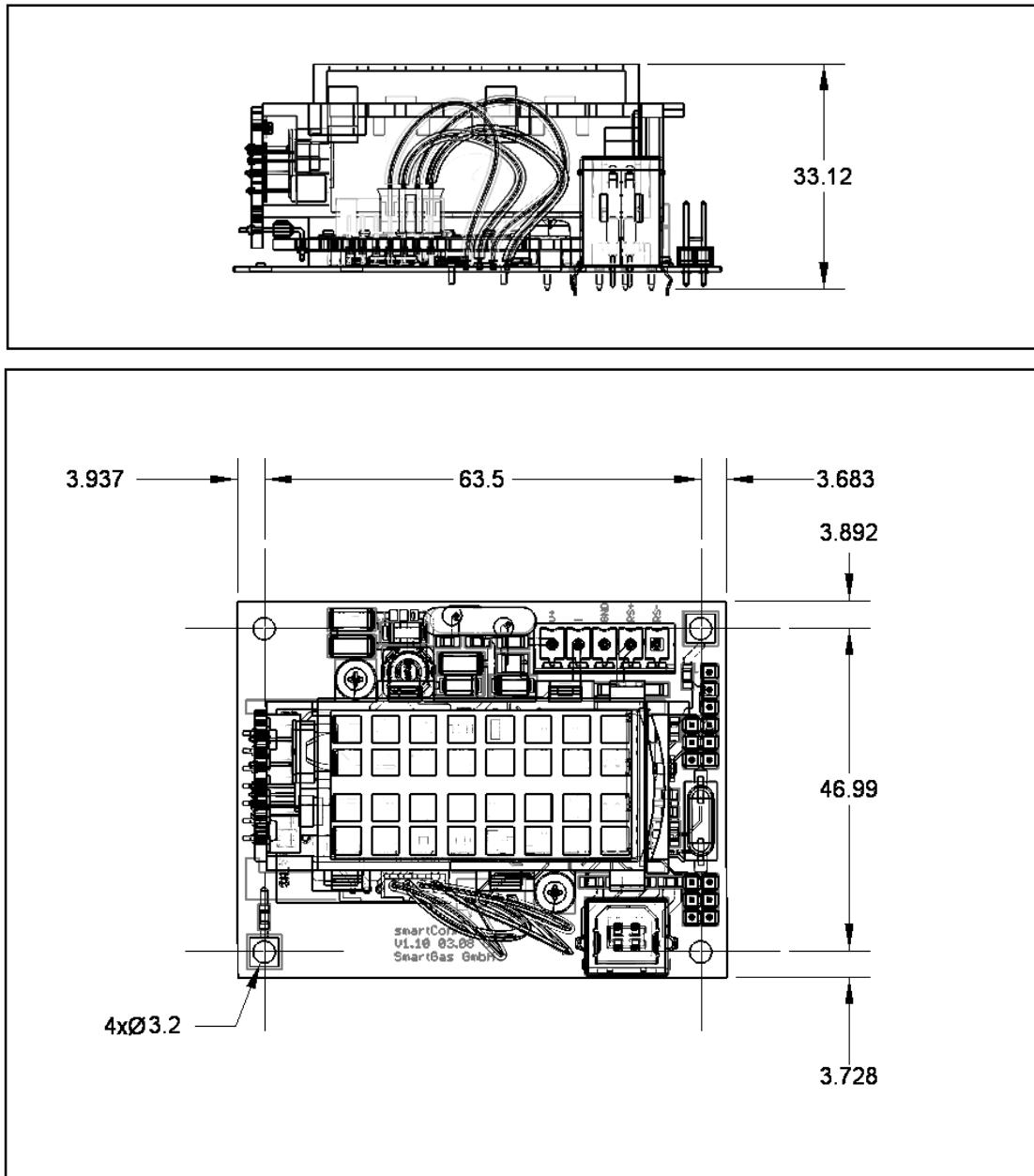
Bild 18: fertigungsrelevante Schnittstellen – nicht benutzen

Ein Betrieb des *smartMODUL^{CONNECT}* ist nur zulässig mit dem im Auslieferungszustand verbauten *smartMODUL*.

Ein Austausch oder ein Wechsel gegen ein anderes *smartMODUL*, eine andere Schnittstellenelektronik oder sonstige Modifikationen sind auf jeden Fall zu vermeiden, da eine einwandfreie Funktion ansonsten nicht mehr gewährleistet werden kann. Die *smartGAS Mikrosensorik GmbH* übernimmt im Falle einer Zu widerhandlung keinerlei Haftung.

8. Mechanische Zeichnungen

Mechanische Maße der Schnittstellenelektronik:



Sämtliche Größen in dieser Anleitung sind in Millimetern angegeben (metrisches System).

smartGAS Mikrosensorik GmbH • Kreuzenstrasse 98 • 74076 Heilbronn • Phone.: +49 (0)7131 / 797553-0
Fax.: +49 (0)7131 / 797553-10 • mail@smartgas.eu • www.smartgas.eu

9. Übersicht Korrekturfaktoren für Standardsensoren

Gas	Messbereich	Korrekturfaktor	Einheit
Acetylen C₂H₂	0-2,3 Vol.-% (0-100% UEG)	0,1	% UEG
n-Butan C₄H₁₀	0-1,4 Vol.-% (0-100% UEG)	0,1	% UEG
Ethylen C₂H₄	0-2,4 Vol.-% (0-100% UEG)	0,1	% UEG
Kohlendioxid CO₂	0-5000 ppm (0-100 % MAK)	1	ppm
	0-5 Vol.-%	0,01	Vol.-%
	0-20 Vol.-%	0,01	Vol.-%
Kohlenmonoxid CO	0-2 Vol.-%	0,01	Vol.-%
Methan CH₄	0-4,4 Vol.-% (0-100 % UEG)	0,1	% UEG
Propan C₃H₈	0-1,7 Vol.-% (0-100 % UEG)	0,1	% UEG
Schwefelhexafluorid SF₆	0-1000 ppm (0-100% MAK)	1	ppm
Dichlortrifluorethan R123	0-1000 ppm	1	ppm
Pentafluorethan R125	0-1000 ppm	1	ppm
Tetrafluorethan R134a	0-1000 ppm	1	ppm
Kältemittel R404a	0-1000 ppm	1	ppm
Chlordifluormethan R22	0-1000 ppm	1	ppm

Beispielrechnung in Kapitel 4.2.1.

Wir sind für Sie da. Adressen und Kontakte

Verkauf Schweiz

Matthias Rüegg
Ruhbergstrasse 32
CH-9230 Flawil

Tel. +41 44 877 35 18
Mobil +41 76 491 66 66
Fax +41 44 877 35 19

matthias.rueegg@pewatron.com

Verkauf Deutschland

Raum Baden-Württemberg
(Postleitzahl 60000 – 79999)

Dieter Hirthe
Mühlweg 23
D-71554 Weissach i.T.

Tel. +49 71 91 49 60 58
Mobil +49 163 76 27 430
Fax +49 71 91 93 31 88

dieter.hirthe@pewatron.com

Übriges Deutschland

Kurt Stritzelberger
Neumarkter Str. 86a
D-81673 München

Tel. +49 89 260 38 47
Mobil +49 17 18 03 41 35
Fax +49 89 43 10 91 91

kurt.stritzelberger@pewatron.com

Verkauf Österreich

Kurt Stritzelberger
Neumarkter Str. 86a
D-81673 München

Tel. +49 89 260 38 47
Mobil +49 17 18 03 41 35
Fax +49 89 43 10 91 91

kurt.stritzelberger@pewatron.com

Verkauf andere Länder

PEWATRON AG
Thurgauerstrasse 66
CH-8052 Zürich

Tel. +41 44 877 35 00
Fax +41 44 877 35 25

info@pewatron.com
www.pewatron.com

Sensoren

Physikalische Sensoren
Datenerfassung
Peter Felder
Tel. +41 44 877 35 05
peter.felder@pewatron.com

Geometrische Sensoren
Eric Letsch
Tel. +41 44 877 35 14
eric.letsch@pewatron.com

Stromversorgungen

DC-DC Wandler
Schaltnetzgeräte
DC-AC Inverter
Sebastiano Leggio
Tel. +41 44 877 35 06
sebastiano.leggio@pewatron.com

E-Komponenten

Stromwandler
Mensch-Maschine-Schnittstelle
Messsonden
Sebastiano Leggio
Tel. +41 44 877 35 06
sebastiano.leggio@pewatron.com