

Betriebsanleitung GSB (Generic Sensor Board)

Elektronisches Sensor Interface zur Ansteuerung von SO-zz-xxx

ACHTUNG: Vor Inbetriebnahme der Elektronik Betriebsanleitung lesen!

1. Allgemeines

1.1. Technische Daten

- integrierter Mikrocontroller
- Kompatible Sauerstoffsensortypen:
 - Standard: SO-zz-xxx (amperometrische Sensortype)
 - Auf Anfrage: SP-zz-xxx (ampero-potentiometrische Sensortype)
- Externe Spannungsversorgung: 12Vdc (möglicher Bereich 6-25Vdc)
- Lineares Sensorausgangssignal entsprechend der O₂-Konzentration
 - analog 0-5V (V_{out})
 - analog 4-20mA (I_{out})
 - digital via RS232
- Kalibration des Sensorsignals und Abgleich des Heizerwiderstands über DIP-Switch (optional mit SW)
- Konfigurierbare Sensorbetriebsparameter (optional über RS232)
- Temperaturkontrolle der Sensorheizung zur Kompensierung der Sensorumgebungstemperatur
- Sensoranschluss über Stecker, Schraubklemme oder direkt aufgelötet
- Flexible kundenspezifische Optionen (z.B. Schwellwertschalter, spezielle Sensorparameter, ...)

1.2. Layout der GSB mit allen Anschlussblöcken und dem DIP-Schalter:

X3 (Power/analog):

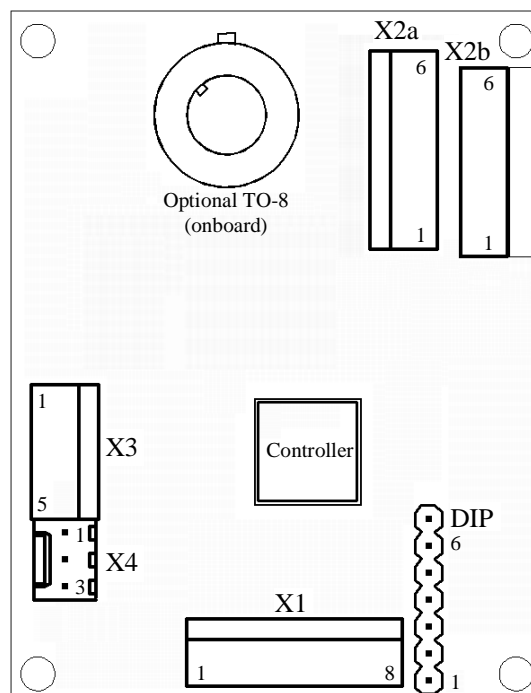
- 1... [Io] 4-20mA Ausgang
- 2... [Uo] 0-5V Ausgang
- 3... [A-] analog GND
- 4... [+] +12Vdc Versorgung
- 5... [-] GND Versorgung

X4 (RS232):

- 1... TXD
- 2... RXD
- 3... GND

X1 (General IO)

- 1... [Vs] optional +12V
- 2... [L] LED Ausgang
- 3... [Gnd] GND
- 4... [O2] 0-5V Ausgang
- 5... [L1] Schwellwertschalter 1
- 6... [L2] Schwellwertschalter 2
- 7... [L3] Schwellwertschalter 3
- 8... [L4] Schwellwertschalter 4



X2a/X2b Sensor extern:

- 1... [S-]
- 2... [S+]
- 3... [H+]
- 4... [HS+]
- 5... [HS-]
- 6... [H]

DIP Switch

- 1... [1] Sensor Auswahl Bit 1
- 2... [2] Sensor Auswahl Bit 2
- 3... [3] Sensor Auswahl Bit 3
- 4... [Cal] Kalibrierschalter
- 5... [Pg] Programmierschalter
im Normalbetrieb immer OFF!
- 6... derzeit nicht belegt

Abbildung 1 GSB Steckerbelegung

The information contained in this document is believed to be accurate and reliable but is presented without guarantee.

2. Konfiguration und Inbetriebnahme der Elektronik GSB:

Achtung: Die Elektronik bei der Inbetriebnahme sowie im Betrieb keinesfalls auf die leitfähige Antistatik-Verpackung legen, da die Funktion dadurch gestört wird!

2.1. Konfiguration bei Auslieferung

Grundsätzlich sind drei verschiedene Auslieferkonfigurationen der GSB zu unterscheiden:

- A) **Basiskonfiguration:** Standard GSB Konfiguration für einfache Labormessungen
 - In diesem Fall muss zunächst der Sensormessbereich ausgewählt werden, danach sind Kaltwiderstand des Sensors und die Sensorkennlinie zu kalibrieren
- B) **kalibriertes System:** Die GSB wird zusammen mit einem Sensor als kalibriertes System geliefert
 - In diesem Fall wurden Konfiguration und Kalibrierung bereits fertigungsseitig fixiert, d. h. der Abschnitt 2.2 kann übersprungen werden
 - Die GSB mit Sensor kann sofort durch anlegen der GSB-Versorgung in Betrieb genommen werden
- C) **kundenspezifische Konfiguration:** spezielle GSB-Konfiguration auf Kundenanfrage
 - Vorgangsweise zur Inbetriebnahme wird im Rahmen der Kundenanfrage vereinbart.

2.2. Konfiguration und Kalibrierung bei erster Inbetriebnahme - Basiskonfiguration

Für die **Basiskonfiguration** sind bei der ersten Inbetriebnahme folgende Schritte notwendig:

0. GSB muss von der Versorgungsspannung getrennt sein
1. Anschließen des Sensors (siehe Abschnitt 2.4)
2. Einstellen des verwendeten Sensortyps mittels DIP-Switch (siehe Abschnitt 2.5)
 - Auswahl des korrekten Messbereich (96%, 25%, 5%, 2%, 1% oder 1000ppm)
 - Wichtig ist auch, dass der Programmiermodus inaktiv ist DIP Switch „Pg“ (OFF)
3. Aktivieren des Kalibriermodus, d.h. DIP Switch „Cal“ auf ON stellen
4. Anschließen der Versorgungsspannung 12V und des analogen Ausgangs (siehe Abschnitt 2.6)
5. GSB führt nach erfolgreicher Kontaktprüfung die Kaltwiderstandsmessung durch
 - Die Umgebungstemperatur des Sensors soll dabei etwa 25°C betragen.
 - Wurde der Sensor unmittelbar vor der Kalibrierung beheizt, sollten mindestens 5 Minuten Abkühlzeit vorgesehen werden bevor die GSB in Betrieb genommen wird
 - Die GSB prüft den Kaltwiderstandswert für etwa 1 Minute, bei unzureichender Temperaturstabilität (z.B. durch Abkühlprozess) wird die Messzeit verlängert.
 - Nach Beendigung der Kaltwiderstandsmessung wird das Ergebnis permanent gespeichert
6. Aufheizen: GSB startet automatisch die Sensoraufheizphase (~30 sec)
7. Sensorbetrieb startet sobald LED durchgehend leuchtet
8. Der Sensor muss zur Kalibrierung an der korrekten O₂-Kalibrierkonzentration betrieben werden
 - Für möglichst genaue Kalibrierung empfiehlt sich eine Stabilisierungszeit von etwa 5 Minuten
9. Kalibrierung wird permanent gespeichert indem der DIP Switch „Cal“ auf OFF gestellt wird
10. Die analogen Ausgänge sollten dem Kalibrierwert entsprechen
11. Der Sensor ist kalibriert und betriebsbereit.

Achtung: Die aufgezählten Schritte sind nur einmalig bzw. nach Wechseln eines Sensors durchzuführen! Die Kalibrierung wird im nicht flüchtigen Speicher hinterlegt.

2.3. Standardablauf der GSB Inbetriebnahme

Ist die GSB konfiguriert, kalibriert und mit dem Sensor verbunden, erfolgt die Inbetriebnahme einfach durch das Anlegen der Versorgungsspannung.

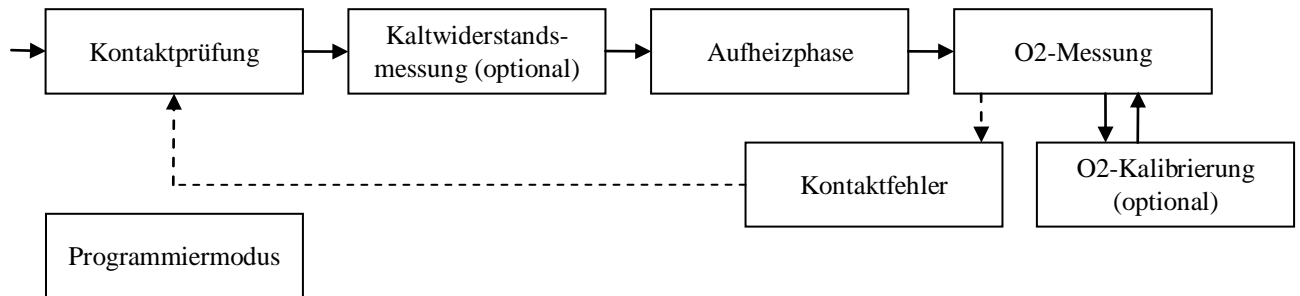


Abbildung 2 wesentliche Sequenzen bei der GSB-Inbetriebnahme

Die optionalen Sequenzen werden jeweils durch die Position des DIP-Switchs „Cal“ aktiviert bzw. deaktiviert.

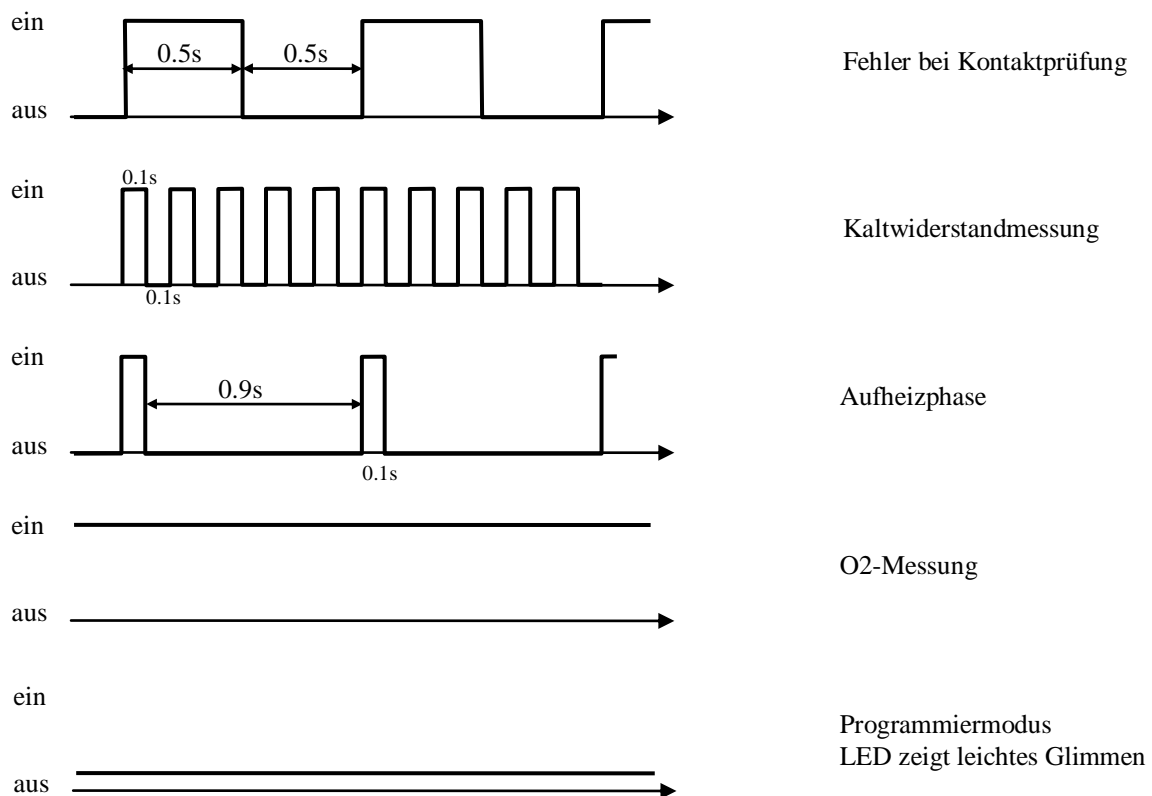


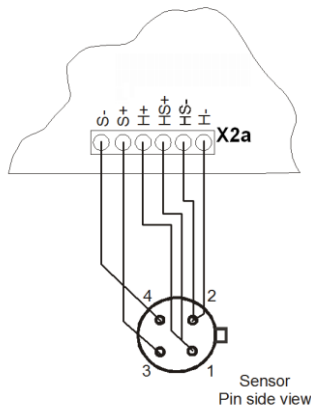
Abbildung 3 Indikation der wesentlichen Sequenzen durch die LED der GSB

Kurze Beschreibung der einzelnen Sequenzen:

- Kontaktprüfung
 - Hier wird zunächst die Konfiguration und Kalibrierung aus dem nichtflüchtigen Speicher ausgelesen und danach überprüft, ob ein Sensor mit der GSB verbunden ist. Solange kein Sensor detektiert wird verbleibt die GSB im Zustand der Kontaktprüfung
- Kaltwiderstandsmessung (optional)
 - Wird aktiv wenn nach Abschluss der Kontaktprüfung DIP-Switch „Cal“ ON ist.
- Aufheizphase
 - Rampe der Heizerspannung von ~1,6V to ~3,8V über ~30 sec.
- O₂-Messung (prinzipiell in Endlosschleife)
 - O₂-Messphase die unterbrochen werden kann durch:
 - Optional O₂-Kalibrierung wenn DIP-Switch „Cal“ auf ON geschaltet wird
 - Kontaktfehler wenn Sensorverbindung unterbrochen wird
- Programmiermodus
 - Kann über DIP-Switch „Pg“ während der Inbetriebnahme oder über RS232 aktiviert werden

2.4. Anschließen des Sensors (X2a, X2b oder direkt aufgelötet)

Je nach Ausführung des Sensors wird dieser entweder mit Schraubblock X2a verbunden, an die PCB-Kontakte X2b angesteckt oder direkt auf die Platine (nur TO8) aufgelötet. Beim Betrieb des Sensors über Zuleitung sind grundsätzlich 6 Leitungen notwendig, da der Heizwiderstand mittels 4-Leitertechnik gemessen wird. Der Anschluss an X2a erfolgt gemäß Abbildung 4. Bei Anschluss an X2b muss auf die korrekte Steckerausrichtung geachtet werden. Beim Einlöten eines TO-8 Gehäuses sollte der Abstand zwischen PCB und TO-8-Grundplatte mindestens 3mm betragen.



Achtung: Der Anschluss der vier Leitungen für die Heizung ist unbedingt notwendig!

Wird der Sensor mit Kabel geliefert, so gelten folgende Farben:

Schwarz	S-	bzw.	Schwarz	S-
Rot	S+	bzw.	Rot	S+
Weiß	H+	bzw.	Weiß	H+
Weiß	HS+	bzw.	Gelb	HS+
Violett	HS-	bzw.	Grün	HS-
Violett	H-	bzw.	Blau	H-

Abbildung 4 Anschlussbelegung des Sensors

2.5. Einstellen des Sensortyps mittels DIP-Switches

	Sensortyp	DIP Switch Bit			Sensor Bezeichnung	oberes Messbereichsende	O ₂ -Kalibrierkonzentration	Sensorspannung	Heizerkontrolle
		1	2	3					
0	reserviert	ON	ON	ON	-	-	-	-	
1	SO-zz-001	OFF	ON	ON	ppm	1000 Vol.-ppm	1000 Vol.-ppm	0,70 Volt	Rconst
2	SO-zz-010	ON	OFF	ON	1 %	1 Vol.-%	1 Vol.-%	0,75 Volt	Rconst
3	SO-zz-020	OFF	OFF	ON	2 %	2 Vol.-%	2 Vol.-%	0,75 Volt	Rconst
4	SO-zz-050	ON	ON	OFF	5 %	5 Vol.-%	5 Vol.-%	0,80 Volt	Rconst
5	SO-zz-250	OFF	ON	OFF	25%	25 Vol.-%	20,9 Vol.-%	0,85 Volt	Rconst
6	SO-zz-960	ON	OFF	OFF	96%	100 Vol.-%*	20,9 Vol.-%	1,60 Volt	Rconst
7	reserviert	OFF	OFF	OFF	-	-	-	-	

Tabelle 1 voreingestellte Sensorkonfigurationen

*Der spezifizierte Sensormessbereich endet bei 96%

The information contained in this document is believed to be accurate and reliable but is presented without guarantee.

Der verwendete Sensortyp muss mit Hilfe des DIP-Switches eingestellt werden. Für diese Einstellung ist nur der Messbereich, nicht aber die Gehäuseform von Bedeutung. Standardmäßig ist Sensortyp SO-xx-250 eingestellt.

2.6. Anschließen der Versorgungsspannung und der analogen Ausgänge

Die Versorgungsspannung ist über Anschlussblock X3 anzulegen (siehe Abbildung 5):

- Empfohlene Versorgungsspannung ist 12Vdc \pm 1Vdc
- Absolute Grenzwerte:
 - maximale Versorgungsspannung: 25Vdc
 - minimale Versorgungsspannung: 6Vdc
- Der Betrieb außerhalb der empfohlenen Versorgungsspannung ist prinzipiell möglich, die absoluten Grenzwerte sind aber jedenfalls einzuhalten. Messperformance und Zuverlässigkeit der GSB wurden für die empfohlene Versorgungsspannung verifiziert.

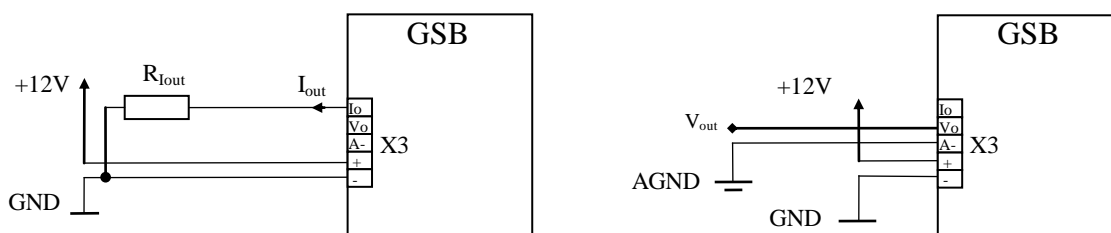


Abbildung 5 Anschluss analoger Stromausgang bzw. analoger Spannungsausgang

AGND und GND sind intern auf der GSB verbunden, ein Laststrom über AGND sollte vermieden werden.

2.7. Kaltwiderstandsmessung

Bei Auslieferung in der Basiskonfiguration ist üblicherweise kein gültiger Kaltwiderstandswert im nichtflüchtigen GSB Speicher hinterlegt. D.h. auch wenn der DIP-Switch „Cal“ inaktiv [OFF] ist, wird automatisch bei Erstinbetriebnahme eine Kaltwiderstandsmessung durchgeführt.

Eine neuerliche Kaltwiderstandsmessung kann prinzipiell auch ohne anschließende O2-Kalibrierung erfolgen:

0.-4. wie unter Abschnitt 2.2

5. Kaltwiderstandsmessung: GSB ermittelt automatisch den Sensorheizwiderstand bei 25°C

- Etwa 10 Sek nach Inbetriebnahme soll der DIP-Switch „Cal“ deaktiviert [OFF] werden.
- Die Kaltwiderstandsmessung wird trotzdem fortgesetzt und nach Abschluss wird der neue Messwert im nicht flüchtigen Speicher abgelegt.

6. Danach wechselt die GSB automatisch in die Aufheizphase und anschließend in den Sensorbetrieb

- **Achtung:** Eine Veränderung der Kaltwiderstandskalibrierung hat üblicherweise auch einen Einfluss auf die Kalibrierung der Sensorkennlinie

2.8. Aufheizphase

Die Aufheizphase dauert bei der GSB in Basiskonfiguration etwa 30 sec. Nach 1 Minute liefert die GSB üblicherweise erste Messwerte. Die komplette thermische Stabilisierung der Messung ist bei typischer Sensorinstallation nach etwa 5 Minuten erreicht. Analog Ausgänge während der Aufheizphase:

- Spannungsausgang zeigt während der Aufheizphase einen Sprung von 2,5V auf 0V (Funktionstest)
- Stromausgang ist während der Aufheizphase durchgehend auf 4mA

Kundenspezifische Aufheizphase auf Anfrage

2.9. O2-Messung

Korrekte Kalibrierung vorausgesetzt kann ein der gemessenen O₂-Konzentration entsprechendes Signal über die analogen bzw. digitalen Ausgänge ausgelesen werden. Für die Berechnung der aktuellen O₂-Konzentration dient das obere Messbereichsende O_{2,max}(Tabelle 1) als Referenzwert.

Analoger Spannungsausgang 0-5V / gemessene Ausgangsspannung U_o[V]:

$$O_2[\text{Vol. - \%}] = \frac{U_o[\text{V}]}{5\text{V}} \cdot O_{2,\text{max}}[\text{Vol. - \%}]$$

Analoger Stromausgang 4-20mA / gemessene Ausgangsstrom I_o[mA]:

$$O_2[\text{Vol. - \%}] = \frac{I_o[\text{mA}] - 4\text{mA}}{16\text{mA}} \cdot O_{2,\text{max}}[\text{Vol. - \%}]$$

Digitaler Ausgang (RS232) 0-1000 / ausgelesener digitaler Messwert O_{RS232}:

$$O_2[\text{Vol. - \%}] = \frac{O_{\text{RS232}}}{1000} \cdot O_{2,\text{max}}[\text{Vol. - \%}]$$

Beispiel - Sensor SO-xx-250 kalibriert an 20,9 Vol.-% O₂:

- O_{2,max}=25 Vol.-%
- O₂=20,9 Vol.-% entspricht:
 - U_o=4,18V / I_o=17,38mA / O_{RS232}=836
- O₂=10,0Vol.-% entspricht:
 - U_o=2,00V / I_o=10,40mA / O_{RS232}=400

Messbereichsüberschreitung:

Der analoge Spannungsausgang erlaubt Messungen bis zu 120% des Messbereichsende, d.h. bis 6V
Der analoge Stromausgang erlaubt Messungen bis zu 125% des Messbereichsende, d.h. bis 24mA

2.10. O2-Kalibrierung

Befindet sich die GSB in der Phase „O₂-Messung“, kann jederzeit eine O₂-Kalibrierung durchgeführt werden. Dafür muss lediglich der DIP-Switch „Cal“ kurzzeitig (~1 Sekunde) auf ON geschaltet werden. Während „Cal“ ON ist, sollte der Sensor an der korrekten Kalibrierkonzentration betrieben werden (Tabelle 1). Die eigentliche O₂-Messung wird fortgesetzt sobald „Cal“ wieder auf OFF geschaltet wird. Der ermittelte Kalibrierfaktor wird im nichtflüchtigen Speicher der GSB abgelegt.

3. RS232 Kommunikation

3.1. RS232 Einstellungen

Baud Rate: 19200
Parity: N
Data: 8 bit (ASCII)
Stop: 1

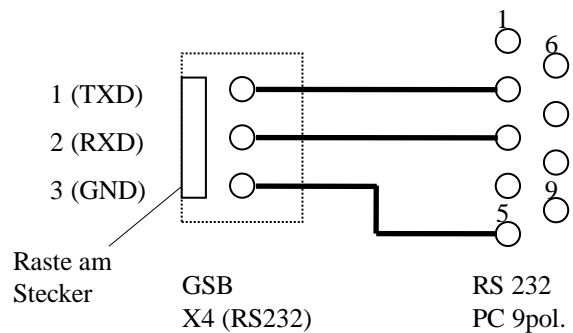


Abbildung 6 RS232 Anschluss der GSB an Stecker X4

3.2. Standardbefehle

Für alle Standardbefehle gilt ein einfaches fixes Kommunikationsprotokoll:

Req1	Req2	Req3
------	------	------

Tabelle 2 Standardbefehl (Request) an GSB ist immer 3 ASCII-Zeichen lang, kein Terminierungszeichen

Resp1 /sign	Resp2 / Ziffer	Resp3 / Ziffer	Resp4 / Ziffer	Resp5 / Ziffer	Resp6 / Ziffer	Resp7 0xD
-------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	-----------

Tabelle 3 Antwort (Reponse) des GSBs erfolgt innerhalb von 100ms und ist immer 7 Zeichen lang

- Resp1 /sign enthält ein mögliches Vorzeichen
 - Entweder ASCII für „-“ bzw. Leerzeichen bei positivem Vorzeichen
- Resp 2-6 /Ziffer enthält eine Ziffer in ASCII
- Resp 7 ist ein Terminierungszeichen 0xD (CR)

Request	Beschreibung	Rückmeldung (Response)	Verfügbarkeit der Befehle in verschiedenen Phasen				
			Kontaktprüfung	R-kaltmessung	Aufheizen	O2-Messung	Programmiermodus
Sta	?GSB – Statusabfrage	yyyyy ... 2-6 siehe rechts	X (2)	X (3)	X (4)	X (5)	X (6)
Prg	Schalte zu Programmiermodus	00001 ... wenn erfolgreich	X	X	X	X	
Run	Schalte zu Messmodus	00001 ... wenn erfolgreich					X
Cal	Neue O2-Kalibrierung	yyyyy ... kal. Strom in 0,1uA				X	
O2n	?Aktueller O2-Messwert	yyyyy ... 0-1000 (normalisiert)				X	
Ise	?Aktueller Sensorstrom	yyyyy ... Strom in 0,1uA				X	
Vse	?Aktuelle Sensorspannung	yyyyy ... Spannung in mV				X	
Vhe	?Aktuelle Heizerspannung	yyyyy ... Spannung in mV			X	X	
Ihe	?Aktueller Heizerstrom	yyyyy ... Strom in 0,1mA				X	
Tmp	?Aktuelle Sensortemperatur	yyyyy ... in °C				X	
Rco	?Kaltwiderstand	yyyyy ... in mΩ		X		X	

Tabelle 4 Standardbefehle (Requests) - Übersicht

Beispiel anhand einer Statusabfrage „Sta“:

An GSB wird folgende ACSII Sequenz geschickt:

„S“	„t“	„a“
-----	-----	-----

Antwort der GSB innerhalb von 100ms:

„ „	„0“	„0“	„0“	„0“	„5“	0xD
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

„00005“ => 5 bedeutet die GSB befindet sich in der Phase „O2-Messung“

3.3. EEPROM-Konfiguration / Programmiermodus

Der Programmiermodus dient zur EEPROM-Konfiguration der GSB, z.B. zur Veränderung der Sensorparameter. Die entsprechenden Programmierfunktionen stehen prinzipiell zur Verfügung, eine detaillierte Beschreibung ist aber nicht Bestandteil dieser Betriebsanleitung.

Auf Anfrage bestehen die folgenden Möglichkeiten zur kundenspezifischen EEPROM-Konfiguration:

- Ist die gewünschte Konfiguration bekannt kann die GSB mit kundenspezifischen Sensorparametern ausgeliefert werden. Es besteht auch die Möglichkeit bis zu 8 verschiedene Settings zu programmieren, die dann über DIP-switch ausgewählt werden können.
- Ist eine flexible Konfiguration für Laborversuche erforderlich, kann eine SW-Interface-Lösung bereitgestellt werden. Diese erlaubt eine Auslesen und Überschreiben des GSB-EEPROMs auf Basis eines Excelsheets.
- Auch die direkte Programmierung des GSB-EEPROMs über RS232 ist realisierbar.

Prinzipielle funktionsweise am Beispiel des Auslesens und Schreiben des Kaltwiderstands aus dem EEPROM:

EEPROM –Schreiben: word-Zuweisung an Speicheradresse 2 (=Kaltwiderstand auf 3200mΩ):

„W“	„I“	„t“	„W“	„“	„2“	„“	„3“	„2“	„0“	„0“	0xD
-----	-----	-----	-----	----	-----	----	-----	-----	-----	-----	-----

Antwort der GSB zur Bestätigung des geschriebenen Werts:

„ „	„0“	„3“	„2“	„0“	„0“	0xD
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

EEPROM-Lesen word-Abfrage der Speicheradresse 2 (Kaltwiderstand):

„g“	„e“	„t“	„W“	„“	„2“	0xD
-----	-----	-----	-----	----	-----	-----

Antwort der GSB ist der word-Wert der Speicheradresse 2:

„ „	„0“	„3“	„2“	„0“	„0“	0xD
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Die EEPROM-Befehle stehen nur im Programmiermodus zur Verfügung. Wird der EEPROM Kaltwiderstand auf 0 gesetzt, erfolgt automatisch eine Kaltwiderstandskalibrierung vor der nächsten Aufheizphase.

4. Mögliche GSB-Optionen

Auf Anfrage sind unter anderem die folgenden GSB-Optionen möglich:

- GSB kann mit angeschlossenem Sensor als komplett kalibriertes System geliefert werden
- Integration des GSBs in Kundenapplikation
 - Kundenspezifische Stecker im 2,54mm Raster als Ersatz für die Schraubanschlüsse
 - Für höhere Stückzahlen: kostenoptimierte GSB / Reduzierung auf benötigte Funktionsblöcke
 - Spezielle Interface-Protokolle (RS232, SPI)
 - Kundenspezifische FW zur Anpassung an spezielle Applikationen
- Digitale Ausgänge als Schwellwertschalter konfiguriert (open collector Ausgänge für bis zu 30V/50mA)
- SW-Interface für flexible Sensorparametrierung (Excel / RS232-Interface)
 - Standardparameter: Sensorspannung, Messbereich, Kalibrierkonzentration
 - erweiterte Heizerregelung: konstante Heizer- Spannung/Temperatur/Widerstand/Leistung
 - zusätzliche Parameter: Aufheizzeit, Mittelungszeitraum, Anpassung der analogen Ausgangspegel, Schwellwertpegel, Schwellwerthysterese, Sensorstrombegrenzung, ...
 - DIP-Switch kann per SW emuliert werden
- Betrieb mit ampero-potentiometrischen Sensoren (SP-zz-xxx)
 - Diese GSB-Variante erfordert eine spezielle HW-Bestückung und auch eine spezielle FW, d.h. diese Variante dient dann ausschließlich zum Betrieb von ampero-potentiometrischen Sensoren
 - Flexible Parametrierung der amperometrischen Pumpzyklen
 - Auch rein potentiometrischer Betriebsmodus