

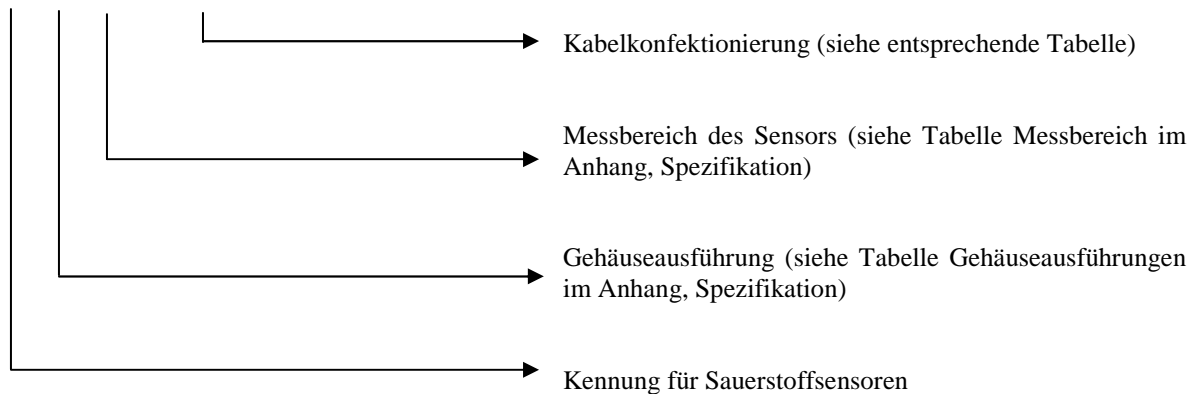
Mit den Sauerstoffsensoren von SENSORE kann Sauerstoff in gasförmigen Medien je nach Sensortype in einem Konzentrationsbereich von 10 ppm O₂ bis zu 96% O₂ gemessen werden. Der Sensor zeichnet sich dabei durch folgende wesentliche Eigenschaften aus:

- hohe Genauigkeit
- für viele Typen annähernd lineare Kennlinie
- geringe Temperaturabhängigkeit des Sensorsignales
- geringe Querempfindlichkeit zu anderen Gasen
- lange Lebensdauer
- Häufig nur einmalige „Einpunktkalibrierung“ erforderlich

Technische Daten siehe im Anhang: Spezifikation

Typendefinition

Beispiel SO-B0-250-A100C



Funktion des Sensors

Wird am Sensor eine Spannung angelegt, so arbeitet dieser wie eine Stromquelle, deren Ausgangsstrom von der Sauerstoffkonzentration des Messgases abhängt. Dabei ist der Strom bei einer bestimmten Sauerstoffkonzentration vom gewählten Messbereich und von den Fertigungstoleranzen des Sensors abhängig. Durch diese Fertigungstoleranzen muss jeder Sensor einzeln kalibriert werden! Notwendige, typenabhängige Sensorspannungen und Ausgangsstrombereiche sind in der Typentabelle im Anhang aufgelistet.

Für alle Sensortypen bzw. für alle Kalibriergaskonzentrationen gilt die allgemeine Formel:

$$I_s([O_2]) = -k * \ln\left(1 - \frac{[O_2]}{100}\right)$$

- $I_s([O_2])$.. Sensorstrom im Messmedium
 $[O_2]$.. Sauerstoffkonzentration im Messmedium in %
 k .. sensorspezifische Konstante

Zum Bestimmen der sensorspezifischen Konstante muss der Sensor in ein gasförmiges Medium mit bekannter Sauerstoffkonzentration gebracht werden (Kalibrierung). Mit Hilfe des gemessenen Sensorstromes in diesem Gas und der folgenden Formel kann die Konstante k berechnet werden:

$$k = \frac{-I_k([O_2])}{\ln\left(1 - \frac{[O_{2,k}]}{100}\right)}$$

- k .. sensorspezifische Konstante
 $I_k[O_2]$.. Sensorstrom bei vorgegebener Sauerstoffkonzentration
 $[O_{2,k}]$.. vorgegebene Sauerstoffkonzentration (Kalibriergaskonzentration) in %

Für die Sensortypen SO-XX-250 und SO-XX-960, welche in Luft kalibriert werden können, ergibt sich der Sensorstrom in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration wie folgt:

$$I_s([O_2]) = \frac{-I_s(20.9\%)}{0.2345} * \ln\left(1 - \frac{[O_2]}{100}\right)$$

- $I_s[O_2]$.. Sensorstrom bei gegebener Konzentration
 $I_s(20.9\%)$.. Sensorstrom gemessen an Luft [20.9%]
 $[O_2]$.. Sauerstoffkonzentration in %

Für kleine Sauerstoffkonzentrationen lässt sich die Formel mathematisch vereinfachen und es ergibt sich ein linearer Zusammenhang:

$$I_s([O_2]) = k * [O_2]$$

wobei k unter gleichen Bedingungen wie oben beschrieben bestimmt werden kann:

$$k = \frac{I_s([O_2])}{[O_{2,k}]}$$

- $I_s([O_2])$.. Sensorstrom im Messmedium
 $[O_2]$.. Sauerstoffkonzentration im Messmedium in %
 k .. sensorspezifische Konstante
 $I_k[O_2]$.. Sensorstrom bei vorgegebener Sauerstoffkonzentration
 $[O_{2,k}]$.. vorgegebene Sauerstoffkonzentration (Kalibriergaskonzentration) in %

Der Sensorausgangsstrom kann entweder mit einem handelsüblichen Amperemeter gemessen oder mit Hilfe einer Operationsverstärkerschaltung in eine leicht messbare Spannung umgewandelt werden. Ein Schaltungsvorschlag dazu ist im Anhang dargestellt.

Betriebsmoden der Sensorheizung

Zum Betreiben des Sensors ist es notwendig, diesen zu beheizen. Dies geschieht mit der im Sensor integrierten Sensorheizung. Es gibt dafür prinzipiell zwei verschiedene Möglichkeiten

Konstante Heizspannung

Sind die Umgebungstemperaturschwankungen gering (einige °C), so kann die Heizung mittels einer konstanten Spannung mit Strombegrenzung betrieben werden. Die notwendige Heizspannung hängt vom Sensorgehäuse ab und ist

sowie die empfohlene Heizstrombegrenzung im Anhang aufgelistet. In diesem Betriebsmodus ergibt sich eine Änderung des Ausgangssignals von 0,034% / °C Umgebungstemperatur. Im Anhang ist ein Schaltungsvorschlag dazu dargestellt.

Konstanter Heizwiderstand

Treten höhere Temperaturschwankungen oder auch höhere Gasströmungsgeschwindigkeiten auf, so muss die Sensortemperatur zur Erhöhung der Messgenauigkeit konstant gehalten werden.

Um die Sensortemperatur konstant zu halten, wird eine Regelung verwendet, die den Widerstand der Sensorheizung und damit die Sensortemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur immer auf den gleichen Wert regelt. Dieser Sollwert des Widerstandes wird ausgehend vom Kaltwiderstand der Sensorheizung wie folgt berechnet:

$$R_{w,soll} = f * R_{(25^{\circ}C)}$$

$R_{w,soll}$.. Widerstand der Sensorheizung im Betrieb

$R_{(25^{\circ}C)}$.. Widerstand der Sensorheizung bei 25°C

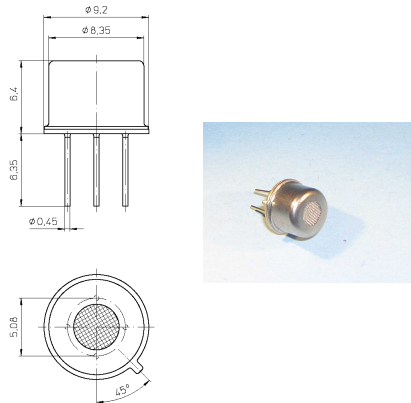
f .. Temperaturfaktor 2,8; in einigen Anwendungsfällen auch 2,65

SENSORE bietet eine elektronische Schaltung (EDAB-M1A-L1) sowie ein Sauerstoffmessgerät (OXYMETER) an, mit deren Hilfe der Sensor auf einfachste Weise temperaturgeregelt betrieben werden kann (siehe Beschreibung im Anhang).

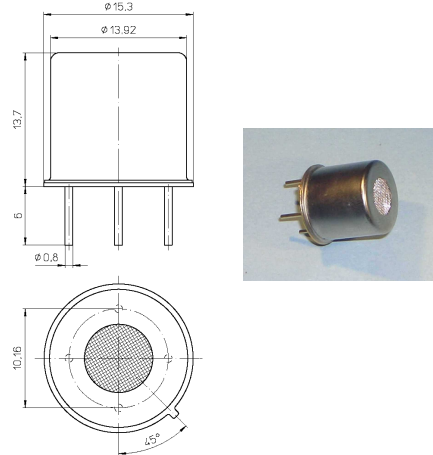
Gehäuseausführungen

Standardgehäuse :

TO39 (SO-A0-xxx)

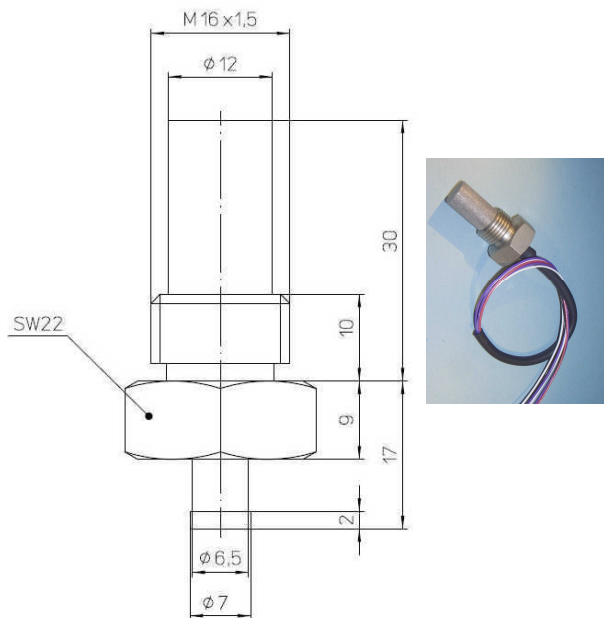


TO8 (SO-B0-xxx)

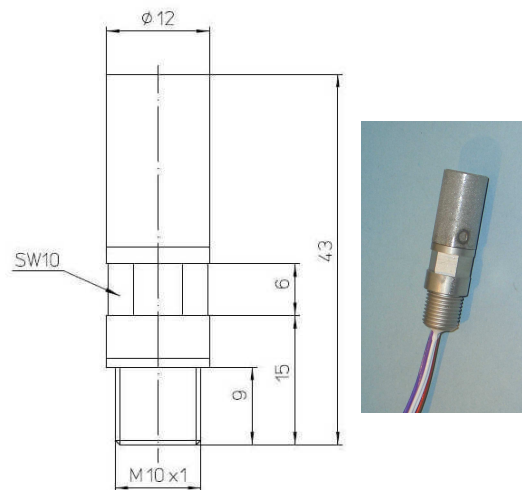


Schraubgehäuse mit Sintermetallkappe

SO-D0-xxx-yyyy

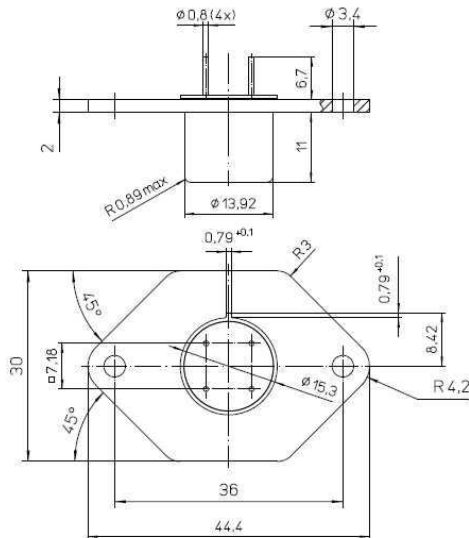


SO-D1-xxx-yyyy



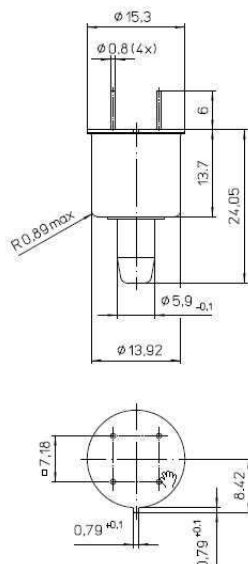
Flanschgehäuse (TO8 mit Befestigungsflansch)

SO-B1-xxx-yyyy



Sensor mit TO8 Gehäuse + Anschlussnippel (direkte Begasung max. 150ml/min)

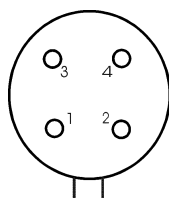
SO-B2-xxx



Anschlussbelegung der verschiedenen Sensortypen

Standardgehäuse TO39 (Typ SO-A0-xxx), TO8 (SO-Bz-xxx)

- 1 H+ (HS+)
- 2 H- (HS-)
- 3 Sen+
- 4 Sen-



(pinseitige Betrachtung)



Sensoren mit Anschlusskabel (SO-Bz-xxx-AyyyC, SO-Dz-xxx-AyyyC)

Sensoren mit Anschlussleitung (temperaturbeständiger Teflonisolation):

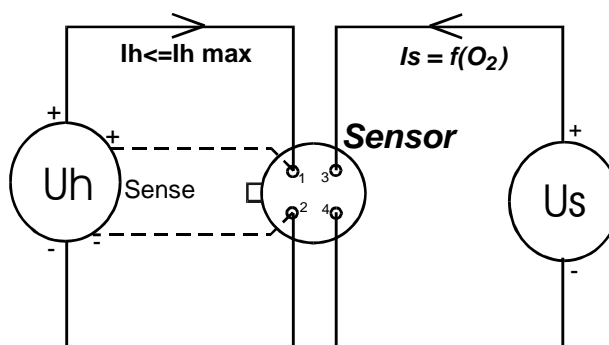
- Weiß 1 H-
- Violett 1 ... H+
- Weiß 2 HS-
- Violett 2 ... HS+
- Schwarz..... Sen-
- Rot..... Sen+

Sensoren mit Anschlussleitungen aus PVC (schwarze Mantelleitung)

- Blau H-
- Weiß H+
- Grün HS-
- Gelb HS+
- Schwarz... Sen-
- Rot Sen+

Prinzipbeschaltung des Sensors

In der Prinzipschaltung sind zusätzlich zu den Leitungen zur Heizung des Sensors Sense Leitungen eingezeichnet mit deren Hilfe die exakte Heizspannung eingestellt werden kann. Diese Vierleitermessung ist bei Betrieb mit konstanter Heizspannung empfohlen aber nicht notwendig. Bei Betrieb mit konstantem Heizwiderstand ist diese aber unbedingt zu verwenden.



Warnung

Bleibende Schädigungen am Sensor können durch folgende Umstände eintreten:

- Sensor befindet sich unbeheizt in Abgas, welches H₂S oder SO_x enthält
- Kontakt des Sensors mit Wasser oder kondensierter Feuchte
- Kontakt mit Gasen welche die Halogene F, Cl, Br,.. enthalten sowie alle halogenhaltigen in der Gasphase existenten Verbindungen wie z.B.: FCKW
- Kontakt des Sensors mit organischen Dämpfen

Anhang: Spezifikation

Gehäuseausführungen

Type	Gehäuse	Abmessungen, Bemerkungen
SO-A0-xxx	TO39	Ø 9,2 mm; H= 6,4 mm; Pinabstand 3,59 mm
SO-B0-xxx	TO8	Ø 15,3 mm; H= 13,7 mm; Pinabstand 7,18 mm
SO-B1-xxx-yyyyy	TO8 + Montageflansch	Ø 15,3 mm; H= 13,7 mm; Pinabstand 7,18 mm; Flanschmontagelöcher: Ø 3,4 mm, Abstand 36 mm
SO-B2-xxx	TO8 + Schlauchanschlussnippel für direkte Begasung	Ø 15,3 mm; H= 24,05 mm; Pinabstand 7,18 mm; Schlauchanschlussnippel 5,9 mm
SO-D0-xxx-yyyyy	Schraubgehäuse mit Sintermetallkappe	M 16 * 1,5 mm L ges.= 46 mm; mit Anschlussdrähten Sintermetallkappe Ø 12 mm, L= 20 mm
SO-D1-xxx-yyyyy	Schraubgehäuse für In-Situ-Lösung mit Sintermetallkappe	M 10 * 1 mm L ges.= 43 mm; mit Anschlussdrähten Sintermetallkappe Ø 12 mm, L= 20 mm

Leitungskonfektionierung

Type	Leitungslänge [cm]	Einsatztemp.[°C]	Steckverbinder
SO-A0-xxx	keine	350	keiner
SO-B0-xxx	keine	350	keiner
SO-B0-xxx-A100C	100	200 (*)	Rast 2,5
SO-B0-xxx-A300C	300	200 (*)	Rast 2,5
SO-B1-xxx	keine	350	keiner
SO-B1-xxx-A100C	100	200 (*)	Rast 2,5
SO-B1-xxx-A300C	300	200 (*)	Rast 2,5
SO-B2-xxx	keine	350	keiner
SO-D0-xxx-A100C	100	200 (*)	Rast 2,5
SO-D0-xxx-A300C	300	200 (*)	Rast 2,5
SO-D1-xxx-A100C	100	200 (*)	Rast 2,5
SO-D1-xxx-A300C	300	200 (*)	Rast 2,5

(*) Einsatztemperatur des Sensors wird durch die Temperaturbeständigkeit der Leitungskonfektionierung begrenzt !

Messbereiche

Type	Messbereich	Ausgangsstrom	bei Gaszusammensetzung	Sensorspannung	Code
SO-zz-001	10ppm O ₂ .. 1000ppm O ₂	70µA - 140µA	400ppm O ₂ , Rest N ₂	0,70 Volt	A
SO-zz-010	0,01% O ₂ ... 1,0% O ₂	150µA - 250µA	1,0% O ₂ , Rest N ₂	0,75 Volt	H
SO-zz-020	0,01% O ₂ ... 2,0% O ₂	150µA - 250µA	2,0% O ₂ , Rest N ₂	0,75 Volt	B
SO-zz-050	0,05% O ₂ ... 5,0% O ₂	150µA - 250µA	5,0% O ₂ , Rest N ₂	0,80 Volt	C
SO-zz-250	0,10% O ₂ ... 25,0% O ₂	100µA - 200µA	20,9% O ₂ , Rest N ₂ (Luft)	0,85 Volt	D
SO-zz-960	1,00% O ₂ ... 96,0% O ₂	15µA - 30µA	20,9% O ₂ , Rest N ₂ (Luft)	1,60 Volt	E

Sensorheizung / Betrieb mit konstanter Heizspannung

Sensortype	Gehäuse	Heizspannung	empf. Heizstrombegrenzung
SO-A0-xxx	TO39	4,0 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-B0-xxx-yyyyy (außer 001)	TO8	3,6 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-B0-001-yyyyy	TO8	3,8 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-B1-xxx-yyyyy	TO8 mit Montageflansch	3,7 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-B2-xxx	TO8 mit Anschlussnippel	3,7 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-D1-xxx-yyyyy	Schraubgehäuse In-Situ	4,1 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere
SO-D0-xxx-yyyyy	Schraubgehäuse	4,1 Volt ±0,05 Volt	0,5 Ampere

(*) Bei abweichender Heizspannung wird diese extra angegeben

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

Sensorheizung / Betrieb mit konstantem Heizwiderstand

Heizwiderstand bei 25°C: $R_{(25^{\circ}\text{C})} = 3,25 \Omega \pm 0,20 \Omega$

Sensortype	Gehäuse	Heizwiderstand im Betrieb	empfohlene Aufheizbegrenzung
alle	alle	R betrieb = $R_{(25^{\circ}\text{C})} * 2,8$	0,5 Ampere oder Softstart bei PWM

Genauigkeit, Reproduzierbarkeit, Ansprechzeit

Type	Genauigkeit	Reproduzierbarkeit	Ansprechzeit (t90)	bei Konzentrationsprung
SO-zz-001	$\pm 20\text{ppm O}_2$	< 10ppm O ₂	< 10 sek.	10ppm O ₂ - 1000ppm O ₂
SO-zz-010	$\pm 100\text{ppm O}_2$	< 100ppm O ₂	< 5 sek.	0,01% O ₂ - 1,0% O ₂
SO-zz-020	$\pm 200\text{ppm O}_2$	< 100ppm O ₂	< 5 sek.	0,01% O ₂ - 2,0% O ₂
SO-zz-050	$\pm 500\text{ppm O}_2$	< 250ppm O ₂	< 5 sek.	0,05% O ₂ - 5,0% O ₂
SO-zz-250	$\pm 0,25\% \text{ O}_2$	< 0,1% O ₂	< 2 sek.	0,10% O ₂ - 25,0% O ₂
SO-zz-960	$\pm 1,00\% \text{ O}_2$	< 0,2% O ₂	< 5 sek.	1,00% O ₂ - 96,0% O ₂

Temperaturabhängigkeit des Sensorsignales

0,034% des Messsignales / °C Umgebungstemperatur (*)

(*) 200 °C Temperaturdifferenz (z.B. Abgasmessung) entspricht einem um 6,8% höheren Sensorsignal

Druckabhängigkeit (statisch) des Sensorsignales

im Bereich 150 mBar ... 800 mBar 2,0 % des Messsignales / 100 mBar
im Bereich 800 mBar ... 5,0 Bar 0,5 % des Messsignales / 1 Bar

Drift des Sensorstromes

Vernachlässigbar

Max. Potentialdifferenz zwischen Heizungsmasse und Sensormasse

+/- 3 Volt

Gehäusetemperatur des Sensors im Betrieb

(gemessen bei einer Umgebungstemperatur von 25°C)

Gehäusetype	Gehäuse	Max. Temperatur
SO-Az-xxx	TO39	250°C
SO-Bz-xxx	TO8	70°C
SO-Dz-xxx	Schraubgehäuse	70°C

Maximal zulässige Einsatztemperatur

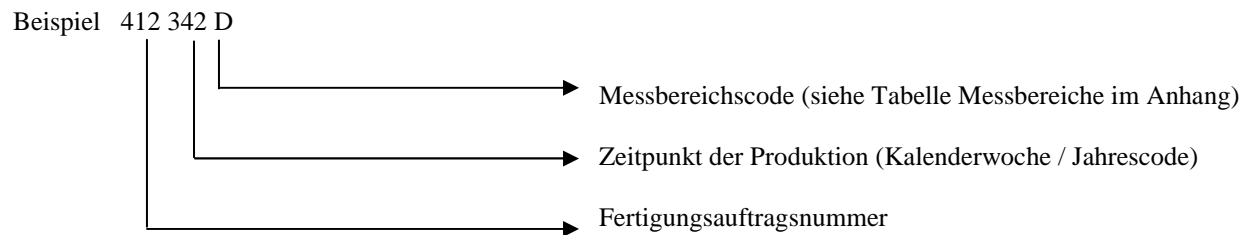
350°C (mit Spezialgehäuse höhere Einsatztemperaturen möglich)

Maximal zulässiger Volumenstrom (Sensor-Begasung)

Gehäusetype	Gehäuse	Maximal zul. Volumenstrom [ml/min]
SO-A0-xxx	TO39	1000
SO-B0-xxx	TO8	1000
SO-B1-xxx	TO8	1000
SO-B2-xxx	TO8	150
SO-Dz-xxx	Schraubgehäuse	1000

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

Kennzeichnung des Sensors



Verpackung

SO-A0-xxx, SO-B0-xxx Kunststoffblister
 Alle anderen Typen Lose oder gebunden zu 10 Stück

Montage

SO-A0-xxx, SO-B0-xxx zum Einlöten auf Platine geeignet; Abstand von der Platine: min. 3mm
 Alle anderen Typen Einbau in beliebige Gehäuse möglich

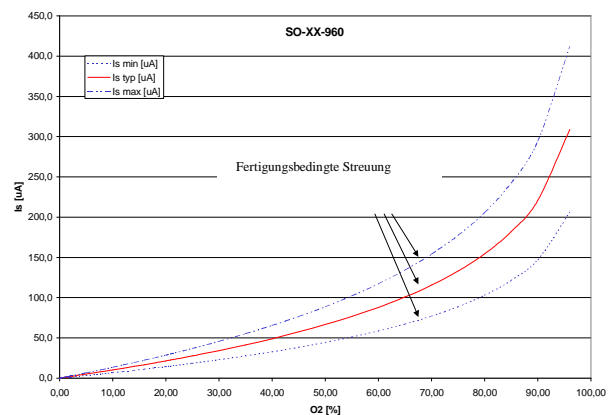
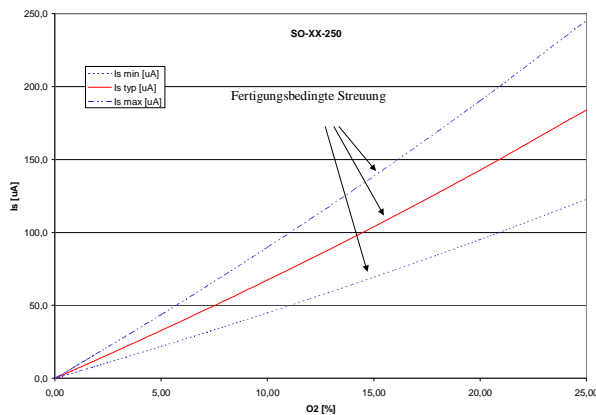
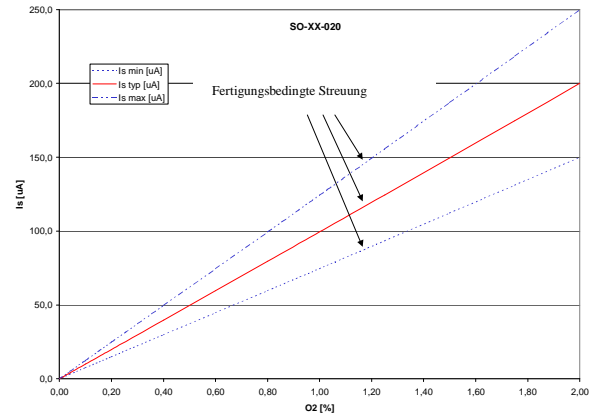
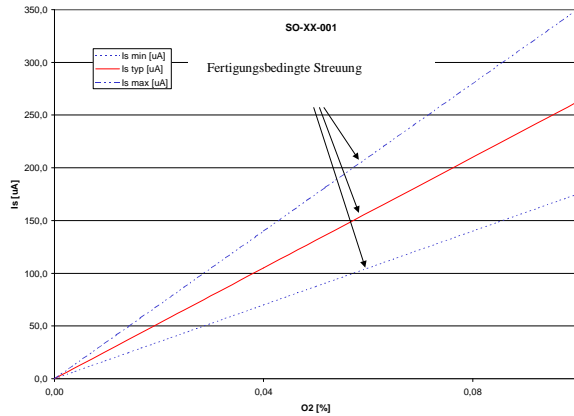
Lebensdauer

Generell abhängig vom Messmedium
 In reiner Luft (20,9% O₂, 25°C, rel. F. 20%-60%): 15.000 Stunden (*)
 (*) Angabe der Lebensdauer bezieht sich auf den beheizten, betriebsbereiten Sensor.

Querempfindlichkeiten

Gas	Max. Konzentration des untersuchten Gases	Querempfindlichkeit [Δ% O ₂ / %Gas]	bei Sauerstoffkonzentration
CO ₂	40 %	-0,027	20 % O ₂
CO ₂	40 %	-0,01	5 % O ₂
CO	1000 ppm	-0,73	20 % O ₂
CO	1000 ppm	-0,83	5 % O ₂
NO ₂	1000 ppm	1,06	
SO ₂	1000 ppm	-0,24	
CH ₄	1000 ppm	-1,77	5 % O ₂
H ₂ S	400 ppm	≈ 0,0	
H ₂ O (Feuchte)	90% abs	≈ 0,0	

Anhang: Sensorkennlinien von verschiedenen Sensortypen



ACHTUNG: Pro Sensor gilt jeweils nur eine Kennlinie!

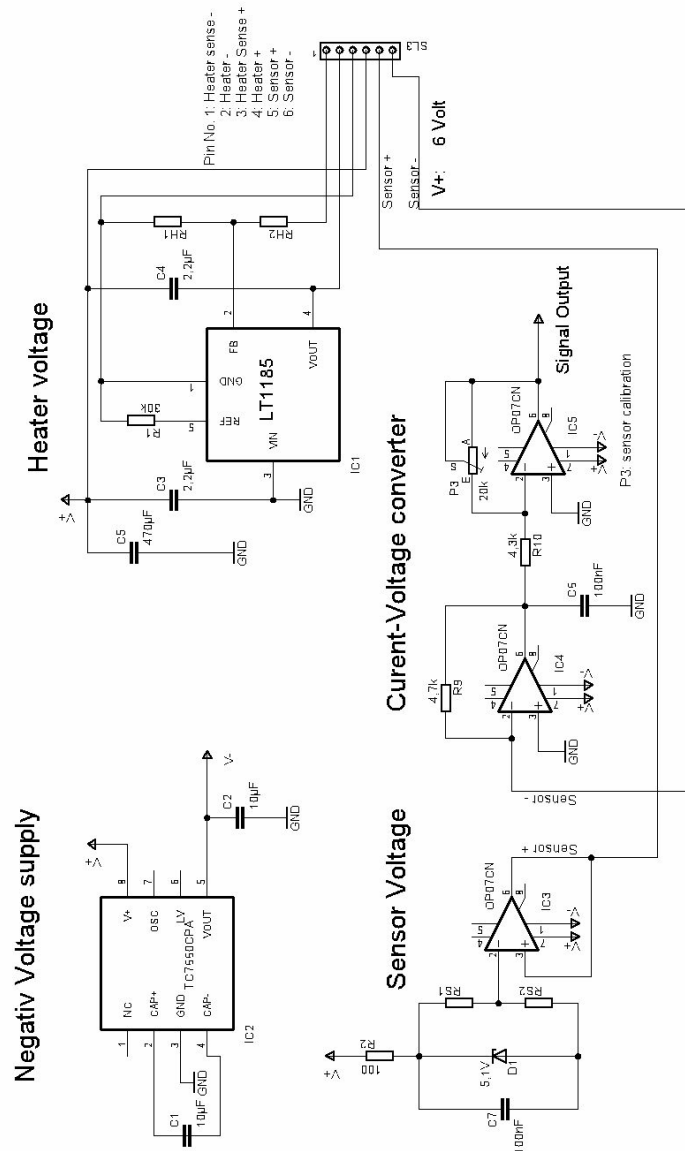
Anhang: Sensorelektronikvarianten von SENSORE

SENSORE bietet zum einfachen Ansteuern des Sensors zwei Elektronikvarianten an. Beide beinhalten die in der Beschreibung genannte Temperaturregelung und zusätzlich zu der genannten Signalwandlung auch eine Linearisierung der Sensorkennlinie, sodass eine komplizierte Umrechnung des Ausgangssignales auf die gemessene Sauerstoffkonzentration entfällt.

- **EDAB-M1 VX.X** ist eine Elektronikboard, das in jede Anwendung integriert werden kann.
- **OXYMETER** ist ein Messgerät, mit dem die gemessene Sauerstoffkonzentration angezeigt sowie gespeichert werden kann.

Eine genauere Beschreibung der Funktionen ist in den jeweiligen Datenblättern zu finden.

Anhang: Einfacher Beschaltungsvorschlag



Widerstandswerte für definierte Heizspannung

U _{out} (V)	R _{h1} (kΩ)	R _{h2} (kΩ)
3,6	2,49	1,3
3,7	2,37	1,33
3,8	2,37	1,43
3,9	2,61	1,69
4,0	2,37	1,62
4,1	2,37	1,74

Widerstandswerte für definierte Sensorspannung

U _{sens} (V)	R _{s1} (kΩ)	R _{s2} (kΩ)
0,7	11,3	71,5
0,75	11,8	68,1
0,80	11,8	63,4
0,85	11,8	59,0
1,3	13,7	40,2
1,6	14,7	32,4

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