



Böhler Condition Monitor

BCM-MS, BCM-LS

Betriebs- und Installationsanleitung

Originalbetriebsanleitung





Bühler Technologies GmbH, Harkortstr. 29, D-40880 Ratingen
Tel. +49 (0) 21 02 / 49 89-0, Fax: +49 (0) 21 02 / 49 89-20
Internet: www.buehler-technologies.com
E-Mail: fluidcontrol@buehler-technologies.com

Lesen Sie die Bedienungsanleitung vor dem Gebrauch des Gerätes gründlich durch. Beachten Sie insbesondere die Warn- und Sicherheitshinweise. Andernfalls könnten Gesundheits- oder Sachschäden auftreten. Bühler Technologies GmbH haftet nicht bei eigenmächtigen Änderungen des Gerätes oder für unsachgemäßen Gebrauch.

Alle Rechte vorbehalten. Bühler Technologies GmbH 2023

Dokumentinformationen
Dokument-Nr..... BD150104
Version..... 03/2021

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	3
1.2	Funktionsweise	3
1.2.1	Temperaturmessung	3
1.2.2	Feuchtigkeitsmessung.....	3
1.2.3	Relative Feuchtigkeit.....	3
1.2.4	Leitfähigkeitsmessung	4
1.2.5	Messung der relative Permittivität.....	4
1.2.6	Füllstandsmessung.....	4
1.2.7	Betriebsstundenzähler	4
1.2.8	Datenlogger	4
1.2.9	Ölzustand	5
1.2.10	Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL).....	5
1.2.11	Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Zustandsbeurteilung und RUL-Berechnung	6
1.2.12	Übersicht aller gemessener und abgeleiteter Parameter.....	6
1.2.13	Kalibration und Überprüfung der Sensorfunktion.....	7
1.2.14	Übersicht ausgegebener Parameter für einzelne Befehle	8
1.3	Typenschlüssel BCM-MS.....	10
1.4	Typenschlüssel BCM-LS.....	10
1.5	Lieferumfang	10
2	Sicherheitshinweise.....	11
2.1	Wichtige Hinweise	11
2.2	Allgemeine Gefahrenhinweise.....	11
3	Aufbauen und Anschließen.....	13
3.1	Abmessungen.....	13
3.2	Montage.....	14
3.3	Elektrische Anschlüsse	15
3.3.1	Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung ohne Lastwiderstand	16
3.3.2	Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung mit Lastwiderstand	16
3.3.3	Dimensionierung des Lastwiderstandes.....	16
3.3.4	Kalibrierung.....	17
4	Betrieb und Bedienung.....	18
4.1	RS232-Kommunikation.....	18
4.1.1	Serielle Schnittstelle (RS232)	18
4.1.2	Befehlsliste	18
4.1.3	Setzen der analogen Stromausgänge	23
4.1.4	Ausgabetriggerung	24
4.1.5	Speichertriggerung.....	24
4.1.6	Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung.....	24
4.2	CAN-Kommunikation.....	25
4.2.1	CAN-Schnittstelle	25
4.2.2	CANopen	25
4.3	Vor der Inbetriebnahme.....	35
4.4	Inbetriebnahme	35
4.4.1	Inbetriebnahme mit RS232 Schnittstelle.....	36
4.4.2	Inbetriebnahme mit CAN Schnittstelle.....	36
4.4.3	Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration	37
4.5	Anwendungsbeispiel.....	37
5	Wartung und Reinigung.....	39
6	Service und Reparatur	40
6.1	Fehlersuche und Beseitigung	40
6.2	Zubehör BCM-MS.....	41
6.3	Zubehör BCM-LS.....	41
7	Entsorgung.....	42

8	Anhang	43
8.1	Technische Daten BCM-LS.....	43
8.2	Technische Daten BCM-MS.....	44
8.3	Standard Anschlussbelegung	45
8.4	Zulässige mechanische Belastungen	45
8.5	Errorbits Aufschlüsselung.....	46
8.6	Lastfaktor einer Anlage.....	47
9	Beigefügte Dokumente	48

1 Einleitung

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der BCM-MS200 sowie BCM-LS200 dient der Messung und Dokumentation von Veränderungen der Eigenschaften des Hydraulik- und Schmiermediums sowie zur gleichzeitigen Feuchte- und Temperaturmessung. Die entsprechenden Messwerte, auf deren Basis die Erkennung der Eigenschaftsänderung geschieht, sowie die Temperatur und Feuchte, werden kontinuierlich erfasst, gespeichert und können zu jedem Zeitpunkt über eine serielle Schnittstelle ausgelesen werden. Die Abweichung der Messwerte von einer gespeicherten Referenz deutet auf Veränderungen hin, die interpretiert und näher untersucht werden sollten.

Aus gemessenen Öl-Parameteränderungen können Hinweise auf Zustandsänderungen wie z.B. Ölalterung, -auffrischung, -wechsel oder Wassereinträge abgeleitet werden. Hierdurch können Schäden ggf. bereits im frühen Stadium erkannt oder ganz vermieden werden. Dieses bietet die Möglichkeit durch geeignete Maßnahmen schwerwiegende Maschinenstörungen zu vermeiden sowie Wartungs- und Ölwechselintervalle zu verlängern. Ferner können aus den gemessenen Parametern und deren Änderung Informationen bzgl. durchgeführter Anlagenwartungen oder des Einsatzes des vorgeschriebenen Schmierstofftyps abgeleitet und dokumentiert werden.

Unter welchen Randbedingungen Zustandsveränderungen zu detektieren sind, ist in den folgenden Kapiteln beschrieben. Der Sensor erfasst die folgenden physikalischen Ölkenngrößen sowie deren zeitlichen Verlauf:

- Temperatur
- relative Feuchtegehalt
- Leitfähigkeit
- relative Permittivität des Fluids
- Füllstand (nur BCM-LS200)

Da insbesondere die Leitfähigkeit und die relative Permittivität eine starke Abhängigkeit von der Temperatur aufweisen, verfügt der Sensor über die Möglichkeit, diese Kenngrößen auf eine feste Referenztemperatur umzurechnen. Für die Umrechnung misst der Sensor kontinuierlich bei verschiedenen Temperaturen und ermittelt hierdurch die Temperaturgradienten der Kenngrößen.

Für die Ermittlung des Temperaturgradienten sind bei Inbetriebnahme des Sensors einige Temperaturzyklen erforderlich. Während des Betriebes wird der Temperaturgradient auch bei einem Wechsel oder bei Alterung des Öles kontinuierlich angepasst.

1.2 Funktionsweise

1.2.1 Temperaturmessung

Für die Messung der Öltemperatur kommt ein PT1000 Platin-Widerstandsfühler zum Einsatz. Der Messbereich erstreckt sich von -20 °C bis 120 °C. Da sich der Widerstandsfühler direkt im Öl befindet, sollte die Leitfähigkeit des umgebenden Mediums einen Wert von 3 µSm (-1) nicht überschreiten.

1.2.2 Feuchtigkeitsmessung

Die Messung der relativen Feuchtigkeit (Formelzeichen: φ) geschieht mit Hilfe eines kapazitiven Messwandlers. Der kapazitive Feuchtefühler detektiert die relative Feuchtigkeit im Messbereich zwischen 0 % und 100 %. Bei Vorliegen von freiem Wasser oder Emulsionen zeigt der Sensor 100 % an. Da sich der Feuchtefühler direkt im Öl befindet, sollte die Leitfähigkeit des umgebenden Mediums einen Wert von 3 µSm (-1) nicht überschreiten.

1.2.3 Relative Feuchtigkeit

Unter der relativen Feuchtigkeit φ versteht man das Verhältnis der tatsächlich im Öl enthaltenen (ρ_w) zur maximal möglichen Menge gelösten Wassers an der Sättigungsgrenze ($\rho_{w,max}$).

$$\varphi = \frac{\rho_w}{\rho_{w,max}} \cdot 100 \% \quad (3-1)$$

Da die Sättigungsgrenze, also die maximal aufnehmbare Wassermenge $\rho_{w,max}$, stark temperaturabhängig ist, ändert sich mit der Temperatur die relative Feuchtigkeit, auch wenn der absolute Wasseranteil konstant bleibt. In der Regel können Öle mit zunehmender Temperatur mehr Wasser aufnehmen, bevor die Sättigungsgrenze erreicht ist.

1.2.4 Leitfähigkeitsmessung

Öle weisen im Frischzustand eine charakteristische Leitfähigkeit auf. Da die Leitfähigkeit im Rahmen der Herstellungsschwankungen ölspezifisch ist, stellt sie bereits ein Kriterium zur Unterscheidung von Ölen dar. Um Öle auf Basis der Leitfähigkeit unterscheiden zu können muss die Leitfähigkeit bei einer bestimmten Temperatur oder die Änderung der Leitfähigkeit über der Temperatur signifikant unterscheidbar sein.

Auch kann ein Eintrag von Fremdstoffen (fest/flüssig) erkannt werden, insofern sich hierdurch eine Änderung der Leitfähigkeit bei einer bestimmten Temperatur oder der Leitfähigkeit über der Temperatur ergibt.

Ölwechsel, Ölvermischungen und Kontaminationen können somit unter den genannten Randbedingungen auf Basis der Leitfähigkeit detektiert werden.

Zu berücksichtigen ist ferner, dass auch Chargenschwankungen und Ölalterung einen Einfluss auf die Leitfähigkeit haben.

Die Leitfähigkeit kann sich aufgrund diverser Alterungsvorgänge ändern, so dass in diesem Fall auch der Alterungsverlauf anhand der Leitfähigkeit verfolgt werden kann. Der Messbereich der Leitfähigkeit erstreckt sich von <100 bis ca. 800.000 pS/m.

Da die Leitfähigkeit stark von der Temperatur abhängig ist (eine höhere Leitfähigkeit des Öls wirkt sich negativ auf die Genauigkeit der Messung aus), führt der Sensor eine interne Umrechnung auf eine Referenztemperatur von 40 °C durch. Als zusätzliche Kenngröße fällt bei dieser Umrechnung der Temperaturgradient der Kenngröße an, der wie oben beschrieben ebenfalls für die Charakterisierung des Öles verwendet werden kann.

1.2.5 Messung der relative Permittivität

Die relative Permittivität ϵ_{oi} des Fluids ist ein Maß für dessen Polarität. Grundöle und Additivepakete mit unterschiedlicher Chemie und von verschiedenen Herstellern können sich in ihrer Polarität unterscheiden. Die Polarität und der Verlauf der Polarität des Fluids über der Temperatur sind somit Eigenschaften, durch die unter bestimmten Randbedingungen, so z.B. unter Berücksichtigung von Chargenschwankungen, Ölverwechslungen, Ölvermischungen und Auffrischungen erkannt werden können.

Öle ändern ihre Polarität meist während des Alterungsvorganges. Insofern es hierdurch zu einer signifikanten Änderung der Polarität kommt, kann somit auch der Alterungsverlauf überwacht werden. Der Messbereich der relative Permittivität liegt zwischen 1...7.

Da die relative Permittivität von der Temperatur abhängig ist, führt der Sensor eine interne Umrechnung auf eine Referenztemperatur von 40 °C durch. Als zusätzliche Kenngröße fällt bei dieser Umrechnung der Temperaturgradient der Kenngröße an, der – wie oben beschrieben – ebenfalls für die Charakterisierung des Öles herangezogen werden kann.

HINWEIS! Bei Anwendung in stark leitfähigen Flüssigkeiten kann die Messung der relative Permittivität trotz der integrierten Kompensation einer Querbeeinflussung unterliegen.

1.2.6 Füllstandsmessung

Der Sensor verfügt über kapazitive Füllstandserfassung. Der Füllstand wird nach dem gleichen Prinzip wie die Dielektrizitätskonstante gemessen. Als Referenz für die Messung wird die vom Sensor erfasste Dielektrizitätskonstante herangezogen. Dieses Verfahren ermöglicht es den Füllstand kapazitiv zu erfassen, ohne dass der Typ des Fluids angegeben werden muss.

HINWEIS! Bei Anwendung in stark leitfähigen Flüssigkeiten kann die Messung der Füllstandes trotz der integrierten Kompensation einer Querbeeinflussung unterliegen.

1.2.7 Betriebsstundenzähler

Der Sensor verfügt über einen integrierten Betriebsstundenzähler, dessen Werte auch nach Stromunterbrechung noch vorhanden sind. Nach der Unterbrechung fängt der Zähler beim letzten Zeitwert vor der Unterbrechung wieder an zu zählen.

1.2.8 Datenlogger

Durch den integrierten Betriebsstundenzähler, der arbeitet, sobald der Sensor an die Spannungsversorgung angeschlossen wird ist es möglich, den gemessenen Kennwerten eine Betriebsstundenzeit zuzuordnen. Der Zeitstempel, die gemessenen vier Größen Temperatur, Ölfeuchte, Leitfähigkeit und relativer Dielektrizitätskonstante sowie die weiteren abgeleiteten Kennwerte werden im Sensor-Ringspeicher abgelegt. Insgesamt können über 6000 Datensätze im Speicher abgelegt werden.

1.2.9 Ölzustand

Generell werden unter Ölalterung alle Veränderung von Parametern und Eigenschaften des Öles während der Lebensdauer verstanden. Ziel ist es anhand der Veränderung der mit dem Sensor gemessenen Parameter auf signifikante Alterungsvorgänge des Öles zu schließen. Die automatische Öl-Zustandsanalyse geht hierüber jedoch hinaus. Ziel ist es hierbei nicht nur die Alterung, sondern auch weitere Zustandsveränderungen zu detektieren. Mögliche Zustandsänderungen sind:

- Ölalterung (z.B. Oxidation des Öles)
- Kontamination mit Fremdflüssigkeiten
- Wassereinbruch (z.B. hoher Wassergehalt oder freies Wasser)
- Ölwechsel, auch Wechsel auf falschen Öltyp
- Ölauffrischung
- Ölvermischung

Ziel einer automatischen Auswertung ist es, den Anwender bei der Interpretation der Kennwerte zu unterstützen und diverse Zustände und Zustandsveränderungen aus den aktuellen Messdaten und gespeicherten Historiendaten zu erkennen. Diese Erkennung von Zuständen und Zustandsveränderungen im Rahmen der verwendeten Regelbasis ist jedoch nur zuverlässig möglich, wenn die Messwerte und deren Qualität diese Interpretation grundsätzlich zulassen.

Eine detaillierte Beschreibung aller erkennbaren Zustandsveränderungen sowie deren Abfrage, Speicherung und Parametrierung ist im Anhang zu finden.

1.2.10 Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL)

Neben der Klassifikation verschiedener Zustände bzw. Zustandsänderungen ist eine weitere Sensorfunktion, die verbleibende Restlebensdauer (RUL = Remaining Useful Lifetime) auf Basis der zur Verfügung stehenden Daten abzuschätzen.

Hierbei wird zwischen zwei verschiedenen Ansätzen unterschieden.

Die folgende Abbildung zeigt den beispielhaften Verlauf einer Alterungskenngröße über der Betriebszeit.

Nach einem Ölwechsel verändern sich die Ölparameter über einen langen Zeitraum hinweg nicht bzw. nicht signifikant. Erst nach der sogenannten Inkubationszeit (Phase I), sobald bestimmte Additive, die Antioxidantien, aufgebraucht sind, beginnt die beschleunigte Ölalterung, die häufig progressiv abläuft (Phase II).

Phase II ist durch einen beschleunigten Alterungsverlauf und somit Veränderung von Alterungskenngrößen charakterisiert. In diesem Bereich kann auf Basis des Signaltrends der diversen gemessenen Parameter eine Extrapolation bis zum Erreichen einer vorbestimmten Alterungsgrenze und somit die verbleibende Restlebensdauer (RUL) errechnet werden.

Eine Standardparametrierung der Alterungsgrenzwerte wird ab Werk eingestellt. Für spezifische Informationen bzgl. der Einstellung von Alterungsgrenzwerten wenden Sie sich bitte an den Bühler Technologies GmbH Service.

HINWEIS! Die Grenzwerte sollten anwendungsspezifisch angepasst werden. Es handelt sich bei der ermittelten Restlebensdauer um einen Richtwert, der durch lineare Extrapolation ermittelt wurde. Es ist zu berücksichtigen, dass Alterungsprozesse auch nichtlinear ablaufen können.

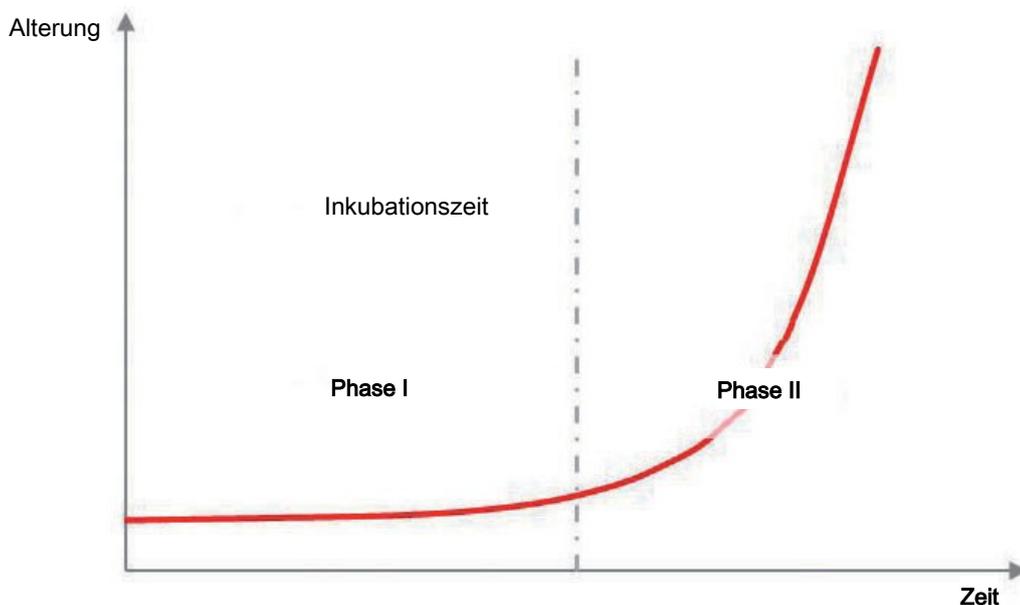


Abb. 1: Theoretischer Altersverlauf

Da sich in der Phase I die gemessenen Kennwerte nicht verändern, kann auch die RUL auf Kennwertebasis nicht bestimmt werden. In dieser Phase kann die RUL jedoch auf Basis der Temperaturbelastung an der Messstelle abgeschätzt werden. Dieses ist zulässig, solange die Temperatur die maßgebliche Belastung für das Öl darstellt und maßgebend für die Alterungsgeschwindigkeit ist (Gesetz von Arrhenius). Hierzu erfasst der Sensor kontinuierlich ein Temperaturhistogramm. Zudem ist die Übertragung der Daten nur für vergleichbare Anwendungen und gleiche Öltypen zulässig.

HINWEIS! Gerne unterstützen wir Sie bei der notwendigen Parametrierung für die Berechnung der RUL auf Basis der Temperaturbelastung (Phase I). Wenden Sie sich hierzu bitte an den Bühler Technologies GmbH Service.

1.2.11 Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Zustandsbeurteilung und RUL-Berechnung

Für automatische Zustandsbeurteilung sind einige Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Zustandsveränderungen können nur dann erkannt werden, wenn die Informationen in den gemessenen Parametern enthalten sind. Zum Beispiel sind auf Basis der gemessenen Parameter in der Regel keine Aussagen über den Verbrauch von Antioxidantien möglich.
- Einzelne kritische Veränderungen im Öl können sich im Extremfall überlagern, sodass die resultierende Gesamtänderung diesen Zustand nicht widerspiegelt.
- Es gibt für die jeweiligen Zustände bzw. Zustandsveränderungen Grenzen der Detektierbarkeit, bei denen die zugrundeliegenden Signaländerungen bzw. Änderungsgradienten nicht erkannt werden.
- Die automatische Zustandsbeurteilung kann durch Quereinflüsse gestört werden.
- Die Berechnung der RUL ist nur eine grobe Abschätzung. Bei offenen Systemen mit unkontrollierbarem Eintrag von Kontaminationen und in Systemen mit stark variierenden Betriebsbedingungen nimmt die Unsicherheit der Kennwertaussage zu. Starken Einfluss auf die Ergebnisse hat zudem die Parametrierung.
- Durch eine rein rechnerische Abschätzung der RUL aus gemessenen Belastungsparametern können spontane Zustandsveränderungen nicht vorhergesagt werden.

Insgesamt kann bei einer ausreichenden Datenmenge und zielgerichteter Parametrierung meist eine zufriedenstellende Genauigkeit und Vorhersage des Alterungsverlaufs erreicht werden.

1.2.12 Übersicht aller gemessener und abgeleiteter Parameter

Für die Charakterisierung des Ölzustandes werden die bereits oben beschriebenen 5 Originalkennwerte gemessen. Diese Parameter und ihre Bedeutung sind in der folgenden Tabelle nochmals aufgeführt.

#	Parameter	Kürzel	Einheit	Erklärung
1	Betriebsstunden	Time	h	zählt, sobald Stromversorgung eingeschaltet ist
2	Temperatur	T	°C	Öltemperatur
3	relative Permittivität (rel. DK)	P	-	Polarität der Flüssigkeit. Frischöle unterscheiden sich in P und können somit unterschieden werden. Ferner ändert sich P während der Ölalterung.
4	Leitfähigkeit	C	pS/m	Frischöle unterscheiden sich in C und können somit unterschieden werden. Ferner ändert sich C während der Ölalterung.
5	rel. Ölfeuchte	RH	%	Rel. Feuchte zwischen 0 und 100 %
61	Füllstand	L	%	Füllstand zwischen 0 und 100

Tab. 1: Ermittelte Originalkennwerte

Die Parameter weisen eine Abhängigkeit von der Temperatur auf, die durch den Sensor kompensiert wird. Bei dieser Kompensation fallen zwei zusätzliche Temperaturgradienten an, die für die Zustandsauswertung herangezogen werden.

#	Original Parameter	Abgeleitete Kenngröße Kürzel	Einheit	Erklärung
1	P	PTG	1/K	rel. DK - Temperaturgradient
2	C	CTG	(pS/m)/K	Leitfähigkeit - Temperaturgradient
3	RH	HTG	%/K	rel. Ölfeuchte - Temperaturgradient

Tab. 2: Abgeleitete Temperaturgradienten

Aus den Original-Parametern P, C und RH sowie den ermittelten Temperaturgradienten PTG, CTG und HTG errechnet der Sensor die temperaturkompensierten Parameter P40 und C40 und H20, H40 in der gleichen Einheit wie der jeweilige Original-Parameter.

HINWEIS! Die Genauigkeit der Ermittlung von PTG, CTG und HTG sowie die Güte der Temperaturkompensation sind fluidabhängig.

#	Original Parameter	Abgeleitete Kenngröße Kürzel	Erklärung
1	P	P40	rel. DK bei Referenztemperatur von 40 °C
2	C	C40	Leitfähigkeit bei Referenztemperatur von 40 °C
3	RH	RH202 ¹	rel. Ölfeuchte kompensiert auf 20 °C Öltemperatur

Tab. 3: Temperaturkompensierte Kennwerte

¹ Kompensation der relativen Feuchte auf 20 °C ist stark vom Fluid, Temperaturprofil und anderen Randbedingungen abhängig. Aus den Original-Parametern, den Temperaturgradienten und den kompensierten Kennwerten werden vom Sensor wiederum zeitliche Gradienten bestimmt. Die zeitlichen Gradienten geben insbesondere einen Hinweis darauf, um welche Zustandsänderung es sich handelt.

#	Original Parameter	Abgeleitete Kenngröße Kürzel	Einheit	Erklärung
1	P40	LGP40	1/h	Langzeitgradient von P40
2	P40	MGP40	1/h	P40-Gradient über mittleren Zeitraum
3	P40	SGP40	1/h	Kurzzeitgradient von P40
4	C40	LGC40	(pS/m)/h	Langzeitgradient C40
5	C40	MGC40	(pS/m)/h	C40-Gradient über mittleren Zeitraum
6	C40	SGC40	(pS/m)/h	Kurzzeitgradient von C40
7	T	LGT	K/h	Langzeitgradient der Öltemperatur
8	T	SGT	K/h	Kurzzeitgradient der Öltemperatur
9	H2O	SGH2O	%/h	Kurzzeitgradient von H ₂ O

Tab. 4: Zeitliche Gradienten

Schnelle Änderungen weisen z.B. auf Nachfüllen von Öl hin, langsame Gradienten können je nach Größe auf Kontamination mit einer Fremdflüssigkeit oder eine Ölalterung hindeuten. Der Sensor bestimmt hierzu Kurzzeitgradienten, bei denen die Mittelungszeit wenige Stunden beträgt und Langzeitgradienten, bei denen die Mittelungszeit einige hundert bis einige tausend Stunden beträgt.

Eine Übersicht aller zur Bewertung herangezogener Parameter ist in Kapitel [Errorbits Aufschlüsselung](#) [> Seite 46] gegeben.

1.2.13 Kalibration und Überprüfung der Sensorfunktion

Der Sensor ist so entwickelt, dass er den spezifizierten Belastungen über lange Zeiträume ausgesetzt werden kann.

Bei Fluiden oder Anwendungen, bei denen keine Erfahrungsbasis bzgl. der Langzeitstabilität des Sensors vorhanden ist, sollte spätestens alle 2 Jahre eine Überprüfung und Kalibration des Sensors im Labor erfolgen.

1.2.14 Übersicht ausgegebener Parameter für einzelne Befehle

Die Sensoren unterstützen eine Reihe von Befehlen um die gemessenen, abgeleiteten und berechneten Parameter des Öls auszugeben. Die Antworten auf einzelne Befehle werden in den nachfolgenden Tabellen aufgelistet. Je nach Version der Sensorfirmware kann sich die Reihenfolge oder auch der Inhalt der Ausgaben unterscheiden.

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	Time	h	Betriebsstundenzähler des Sensors
2	T	°C	Temperatur des Fluids
3	L	%	Höhe des Ölpegels auf Messbereich bezogen (nur bei Level Sensoren)
4	P	-	Relative Permittivität des Fluids
5	P40	-	Relative Permittivität des Fluids kompensiert auf 40 °C Fluidtemperatur
6	C	pS/m	Leitfähigkeit des Fluids
7	C40	pS/m	Leitfähigkeit des Fluids kompensiert auf 40 °C Fluidtemperatur
8	RH	%	Relative Feuchte des Fluids
9	RH20	%	Relative Feuchte des Fluids kompensiert auf 20 °C (Raumtemperatur) Fluidtemperatur (wird nur ausgegeben, wenn der Sensor nicht für AH Ausgabe konfiguriert ist)
10	AH	ppm	Absoluter Wassergehalt des Fluids (wird nur ausgegeben, wenn der Sensor entsprechend für dieses Öl kalibriert ist)
11	TMean	°C	Durchschnittliche Temperatur des Fluids seit Start des Lernvorgangs, bzw. Indikation einer Ölneubefüllung
12	PCBT	°C	Temperatur der Elektronik, bzw. des Sensors
13	RULT	h	Temperaturbasierte verbleibende Standzeit (Remaining Useful Lifetime, RUL) des Öls
14	RULLG	h	Langzeitgradienten- und Grenzwertbasierte RUL des Öls
15	RUL	h	Zusammengefasste und gewichtete RUL
16	APP40	%	Alterungsfortschritt (Aging Progress, AP) auf P40 und gesetzten Grenzwerten basierend
17	APC40	%	AP auf C40 und gesetzten Grenzwerten basierend
18	AP	%	Zusammengefasster und gewichteter AP
19	fB	-	Temperaturlastfaktor seit Start des Lernvorgangs, bzw. Indikation einer Ölneubefüllung
20	OAge	h	Ölalter, Zeit seit Start des Lernvorgangs, bzw. Indikation einer Ölneubefüllung
21	ERC	-	Zusammenfassung automatisch erkannter Ölzustände

Tab. 5: Antwort auf den Befehl "RVaI"

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	Time	h	Betriebsstundenzähler des Sensors
2	PTG	1/k	Temperaturgradient der relativen Permittivität
3	CTG	ln(pS/m)/K	Temperaturgradient des natürlichen Logarithmus der Leitfähigkeit
4	HTG	%/K	Temperaturgradient der relativen Feuchte
5	LGP40	1/h	Langzeitgradient von P40
6	LGC40	(pS/m)/h	Langzeitgradient von C40
7	LGT	K/h	Langzeitgradient der Öltemperatur
8	MGP40	1/h	P40-Gradient über mittleren Zeitraum
9	MGC40	(pS/m)/h	C40-Gradient über mittleren Zeitraum
10	SGP40	1/h	Kurzzeitgradient von P40
11	SGC40	(pS/m)/h	Kurzzeitgradient von C40
12	SGT	K/h	Kurzzeitgradient der Öltemperatur
13	SGH20	%/h	Kurzzeitgradient von H ₂ O

Tab. 6: Antwort auf den Befehl "RGrad"

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	AO1	-	Einstellung für den Analogausgang 1
2	AO2	-	Einstellung für den Analogausgang 2
3	ETrig	-	Fehlergetriggertes Speichern in History (1 = ein, 0 = aus)
4	TrAu	min	Periodische Übertragung des Datensatzes wie dieser bei RVal-Befehl ausgegeben wird im Zeitabstand von angegeben Minuten (Bereich 1..60 Minuten, bei Einstellung 0 ist die automatische Übertragung ausgeschaltet)
5	ORef	-	Zustand des automatischen Lernvorgangs (0: abgeschlossen, 1..30: noch im Gange, > 30: nicht gestartet)
6	COEN	-	CANopen Kommunikation (0: ausgeschaltet, 1: eingeschaltet)
7	MemInt	min	Zeitabstand in dem in History Daten abgelegt werden (Standardeinstellung: 20 Minuten)
8	COSpd	kBit/s	Geschwindigkeit des CAN-Busses
9	COID	-	NodeID des Sensors
10	COHBeat	ms	CANopen Heart Beat des Sensors
11	TPDO1ID	-	TPDO 1 COB-ID für CANopen
12	TPDO2ID	-	TPDO 2 COB-ID für CANopen
13	TPDO1Type	-	TPDO 1 Typ für CANopen
14	TPDO2Type	-	TPDO 2 Typ für CANopen
15	TPDO1Timer	ms	TPDO 1 Timer für CANopen
16	TPDO2Timer	ms	TPDO 2 Timer für CANopen
17	RULowr	h	Timer für Überschreiben der RUL-Berechnung (bei Ausfall eines Sensors in der Anlage kann der Austauschsensor den RUL-Wert des vorhergehenden Sensors bekommen, von dem an die RUL heruntergezählt wird)

Tab. 7: Antwort auf den Befehl "RCon"

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	LimP40%	5	Grenzwert für Ölalterung für P40 in % vom Frischölwert (Standard: 5 %)
2	LimC40%	%	Grenzwert für Ölalterung für C40 in % vom Frischölwert nach oben (Standard: 300 %), erlaubte Abweichung nach unten wird automatisch aus dieser Vorgabe berechnet
3	LimT	°C	Erlaubte Maximaltemperatur für das Öl (bei Überschreitung wird ein entsprechendes Bit in ERC gesetzt, Standardwert: 85 °C)
4	LimTMean	°C	Erlaubte durchschnittliche Maximaltemperatur für das Öl (bei Überschreitung wird ein entsprechendes Bit in ERC gesetzt, Standardwert: 65 °C)
5	RULh	h	Referenzwert für die Standzeit des Öls in Stunden (vom Maschinenhersteller vorzugeben)
17	RULfB	-	Referenzwert für die Standzeit des Öls (vom Maschinenhersteller vorzugeben)

Tab. 8: Antwort auf den Befehl "RLim"

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	RefStat	-	Zustand des automatischen Lernvorgangs (0: abgeschlossen, 1..30: noch im Gange, > 30: nicht gestartet)
2	RefC40	pS/m	Gelernter Referenzwert der Leitfähigkeit bei 40 °C des Frischöls
3	RefP40	-	Gelernter Referenzwert der relativen Permittivität bei 40 °C des Frischöls
4	RefCTG	(pS/m)/K	Gelernter Referenzwert des Temperaturgradienten der Leitfähigkeit
17	RefPTG	1/K	Gelernter Referenzwert des Temperaturgradienten der relativen Permittivität

Tab. 9: Antwort auf den Befehl "RORef"

1.3 Typenschlüssel BCM-MS

BCM - MS200 - 1DC2A

Typenbezeichnung					
BCM	Bühler Condition Monitor				
M	Multisensor				
S	Sensor				
Prozessanschluss					
0	G3/4"				
Ausgänge					
1DC2A 1x CANopen/2x Analog					

Art. Nr.	Typ
1550001000	BCM-MS200-1DC2A

1.4 Typenschlüssel BCM-LS

BCM - LS200 - 1DC2A / xxx

Typenbezeichnung					
BCM	Bühler Condition Monitor				
L	Multisensor inkl. Füllstandsmessung				
S	Sensor				
Prozessanschluss					
0	G3/4"				
Länge					
200 mm					
375 mm					
615 mm					
Ausgänge					
1DC2A 1x CANopen/2x Analog					

Art. Nr.	Typ
1550002200	BCM-LS200-1DC2A/200
1550002375	BCM-LS200-1DC2A/375
1550002615	BCM-LS200-1DC2A/615

1.5 Lieferumfang

- Bühler Condition Monitor BCM
- Produktdokumentation

2 Sicherheitshinweise

2.1 Wichtige Hinweise

Der Einsatz des Gerätes ist nur zulässig, wenn:

- das Produkt unter den in der Bedienungs- und Installationsanleitung beschriebenen Bedingungen, dem Einsatz gemäß Typenschild und für Anwendungen, für die es vorgesehen ist, verwendet wird. Bei eigenmächtigen Änderungen des Gerätes ist die Haftung durch die Bühler Technologies GmbH ausgeschlossen,
- die Angaben und Kennzeichnungen auf den Typenschildern beachtet werden,
- die im Datenblatt und der Anleitung angegebenen Grenzwerte eingehalten werden,
- Überwachungsvorrichtungen/Schutzvorrichtung korrekt angeschlossen sind,
- das Gerät vor mechanischen Beschädigungen und Vibrationen geschützt ist,
- die Service- und Reparaturarbeiten, die nicht in dieser Anleitung beschrieben sind, von Bühler Technologies GmbH durchgeführt werden,
- Originalersatzteile verwendet werden.

Diese Bedienungsanleitung ist Teil des Betriebsmittels. Der Hersteller behält sich das Recht vor, die Leistungs-, die Spezifikations- oder die Auslegungsdaten ohne Vorankündigung zu ändern. Bewahren Sie die Anleitung für den späteren Gebrauch auf.

Signalwörter für Warnhinweise

GEFAHR	Signalwort zur Kennzeichnung einer Gefährdung mit hohem Risiko, die unmittelbar Tod oder schwere Körperverletzung zur Folge hat, wenn sie nicht vermieden wird.
WARNUNG	Signalwort zur Kennzeichnung einer Gefährdung mit mittlerem Risiko, die möglicherweise Tod oder schwere Körperverletzungen zur Folge hat, wenn sie nicht vermieden wird.
VORSICHT	Signalwort zur Kennzeichnung einer Gefährdung mit geringem Risiko, die zu einem Sachschaden oder leichten bis mittelschweren Körperverletzungen führen kann, wenn sie nicht vermieden wird.
HINWEIS	Signalwort für eine wichtige Information zum Produkt auf die im besonderen Maße aufmerksam gemacht werden soll.

Warnzeichen

In dieser Anleitung werden folgende Warnzeichen verwendet:



Warnung vor einer allgemeinen Gefahr



Allgemeiner Hinweis

2.2 Allgemeine Gefahrenhinweise

Das Gerät darf nur von Fachpersonal installiert werden, das mit den Sicherheitsanforderungen und den Risiken vertraut ist.

Beachten Sie unbedingt die für den Einbauort relevanten Sicherheitsvorschriften und allgemein gültigen Regeln der Technik. Beugen Sie Störungen vor und vermeiden Sie dadurch Personen- und Sachschäden.

Der Betreiber der Anlage muss sicherstellen, dass:

- Sicherheitshinweise und Betriebsanleitungen verfügbar sind und eingehalten werden,
- die jeweiligen nationalen Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden,
- die zulässigen Daten und Einsatzbedingungen eingehalten werden,
- Schutzeinrichtungen verwendet werden und vorgeschriebene Wartungsarbeiten durchgeführt werden,
- bei der Entsorgung die gesetzlichen Regelungen beachtet werden,
- gültige nationale Installationsvorschriften eingehalten werden.

Wartung, Reparatur

Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten ist folgendes zu beachten:

- Reparaturen an den Betriebsmitteln dürfen nur von Bühler autorisiertem Personal ausgeführt werden.
- Nur Umbau-, Wartungs- oder Montagearbeiten ausführen, die in dieser Bedienungs- und Installationsanleitung beschrieben sind.
- Nur Original-Ersatzteile verwenden.
- Keine beschädigten oder defekten Ersatzteile einbauen. Führen Sie vor dem Einbau ggfs. eine optische Überprüfung durch, um offensichtliche Beschädigungen an Ersatzteilen zu erkennen.

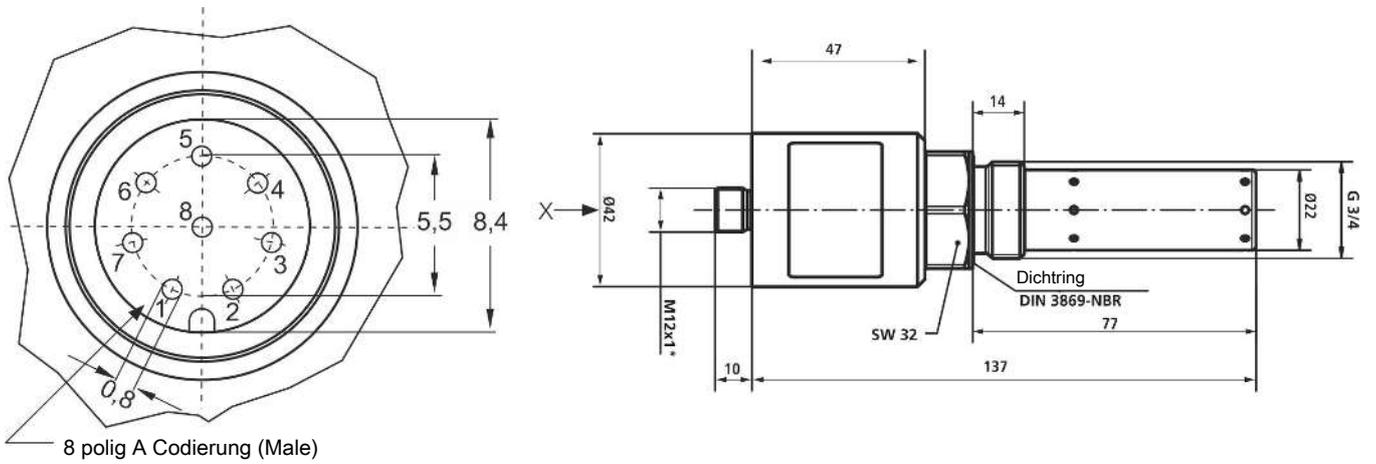
Bei Durchführung von Wartungsarbeiten jeglicher Art müssen die relevanten Sicherheits- und Betriebsbestimmungen des Anwenderlandes beachtet werden.

Die Art der Reinigung der Geräte ist auf die IP-Schutzart der Geräte abzustimmen. Keine Reinigungsmittel verwenden, die die verbauten Materialien angreifen können.

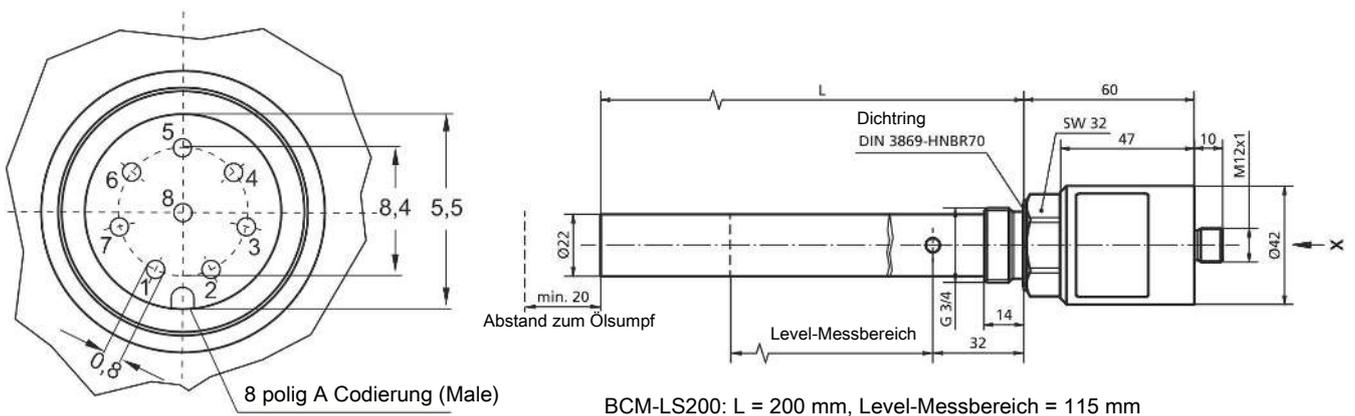
3 Aufbauten und Anschließen

3.1 Abmessungen

Anschlussmaße BCM-MS200



Anschlussmaße BCM-LS200



3.2 Montage

Der Sensor ist als Einschraubsensor mit einem $\frac{3}{4}$ "-Gewinde ausgeführt. Der Level-Sensor muss von oben senkrecht in den Tank der Anwendung eingeschraubt werden, der BCM-MS200 kann entweder seitlich in den Tank oder über einen Leitungsadapter in eine durchströmte Rohrleitung eingebaut werden.

Für die Zustandsüberwachung ist es erforderlich, dass beim Level 200/375/615 die unteren 5 cm des Sensors von Öl umspült sind. Der Messkopf des BCM-MS200 sollte sich immer im Öl befinden. Generell sind bei der Platzierung des Sensors die maximal zulässigen Drücke und Temperaturen zu beachten.

Schrauben Sie den Sensor in eine vorbereitete Aufnahme im Tank. Die Abdichtung zur Ölseite erfolgt über einen Profil-Dicht-ring. Um eine korrekte Abdichtung zu gewährleisten, sollte die Dichtfläche der Sensoraufnahme speziell vorbereitet sein und einen maximalen Rauheitswert $R_{\max} = 16$ aufweisen. Das Anzugsmoment des Sensors liegt bei $45 \text{ Nm} \pm 4,5 \text{ Nm}$.

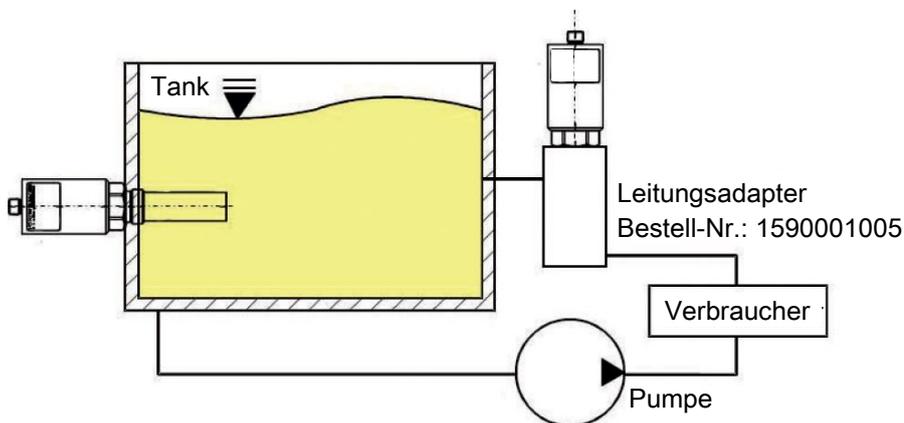


Abb. 2: Einbauoptionen

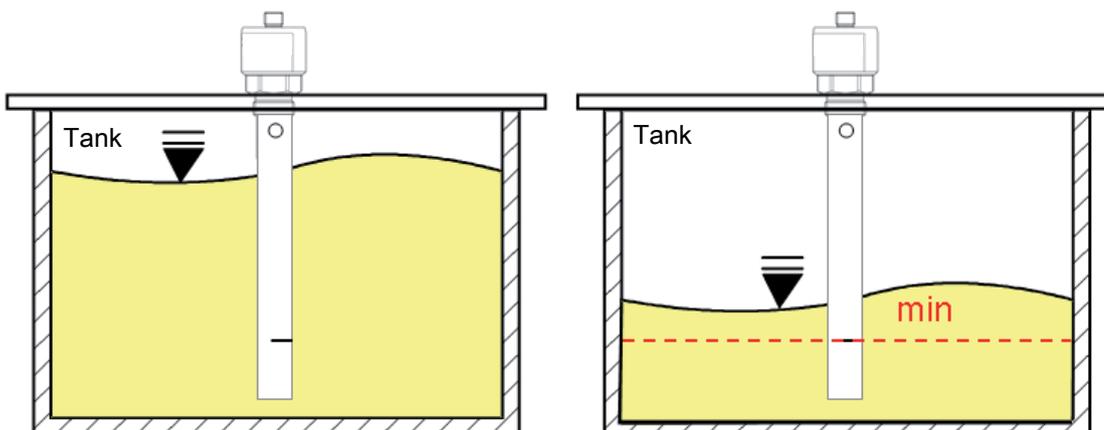


Abb. 3: Einbauoptionen

Um eine korrekte Funktion zu gewährleisten, beachten Sie bitte die folgenden Richtlinien bzgl. Einbaulage und -ort des Sensors.

- Um ein für den Ölzustand charakteristisches Ölvolmen zu analysieren sollte der Sensor nicht unmittelbar im Ölsumpf des Tanks angeordnet werden.
- Idealerweise erfolgt bei Tankeinbau eine Montage in der Nähe der Rücklauf- oder Spülleitung.
- Achten Sie darauf, dass der Sensor in allen Betriebssituationen der Anlage vollständig von Öl bedeckt ist. Beachten Sie insbesondere das Pendelvolmen des Tanks bzw. eine mögliche Schrägstellung. Schaumbildung im Tank sollte vermieden werden.
- Bei Einbau in der Rücklauf- oder Spülleitung ist darauf zu achten, dass die Spülleitung in keiner Betriebssituation leer laufen darf.
- Um thermische Einflüsse möglichst zu vermeiden, sollte der Sensor nicht in unmittelbarer Nähe von heißen Komponenten und Bauteilen (z.B. Motor) installiert werden.
- Um eine Umrechnung der Kennwerte auf eine Referenztemperatur zu ermöglichen, sind variierende Öltemperaturen erforderlich. Je größer die Temperaturschwankungen sind, umso schneller kann der Temperaturgradient bestimmt werden.

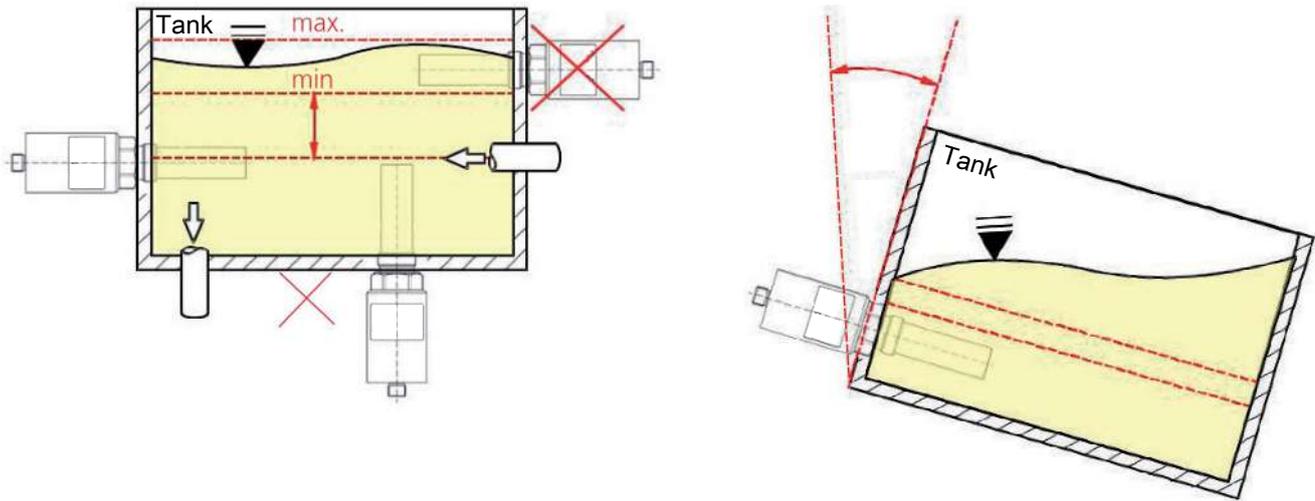


Abb. 4: Einbauempfehlungen

3.3 Elektrische Anschlüsse

WARNUNG

**Fehlerhafte Energieversorgung
Lebensgefahr – Verletzungsgefahr**



Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft installiert werden. Befolgen Sie die nationalen und internationalen Vorschriften zur Errichtung elektrotechnischer Anlagen.

Spannungsversorgung nach EN50178, SELV, PELV, VDE0100-410/A1.

Schalten Sie für die Installation die Anlage spannungsfrei und schließen Sie das Gerät folgendermaßen an:

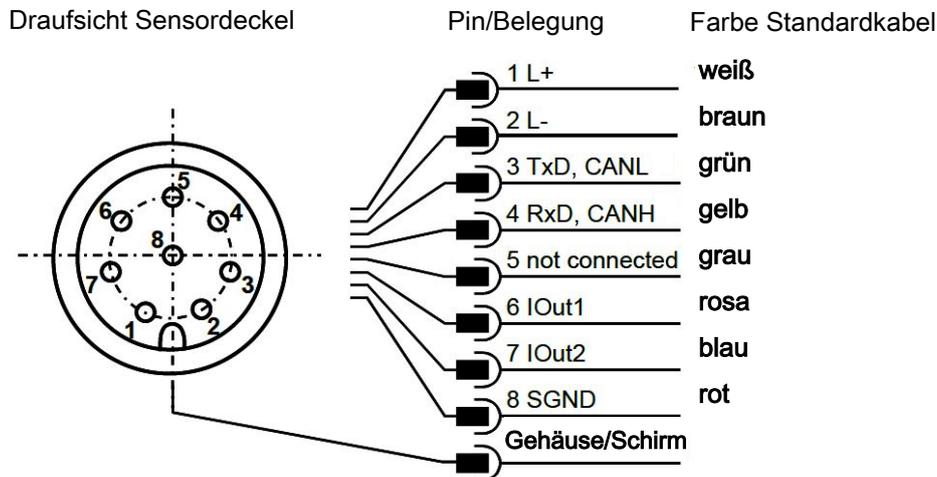


Abb. 5: Pinbelegung Sensorstecker

Die zulässige Betriebsspannung liegt zwischen 9 V und 33 V DC. Das Sensorkabel ist geschirmt auszuführen.

Um die Schutzklasse IP67 zu erreichen, dürfen nur geeignete Stecker und Kabel verwendet werden. Das Anzugsdrehmoment für den Stecker beträgt 0,1 Nm.

3.3.1 Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung ohne Lastwiderstand

Die Strommessung sollte mit einem geeigneten Strommessgerät entsprechend der nächsten Abbildung erfolgen.

Draufsicht Sensordeckel

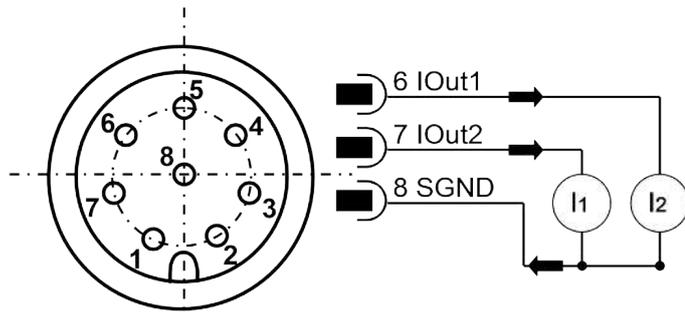


Abb. 6: Vermessung der analogen 4..20 mA Ausgänge ohne Lastwiderstände

Die Zuordnung des gemessenen Stromwertes zur Kenngröße kann im Kapitel [Kalibrierung](#) [> Seite 17] entnommen werden.

3.3.2 Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung mit Lastwiderstand

Um die Ströme der analogen Stromausgänge messen zu können, muss entsprechend der Abbildung ein Lastwiderstand an jeden Ausgang angeschlossen werden. Der Lastwiderstand sollte, je nach Versorgungsspannung, zwischen 25 Ohm und 200 Ohm liegen. Mit einem Voltmeter kann nun die Spannung, die über dem jeweiligen Widerstand abfällt, gemessen werden.

Draufsicht Sensordeckel

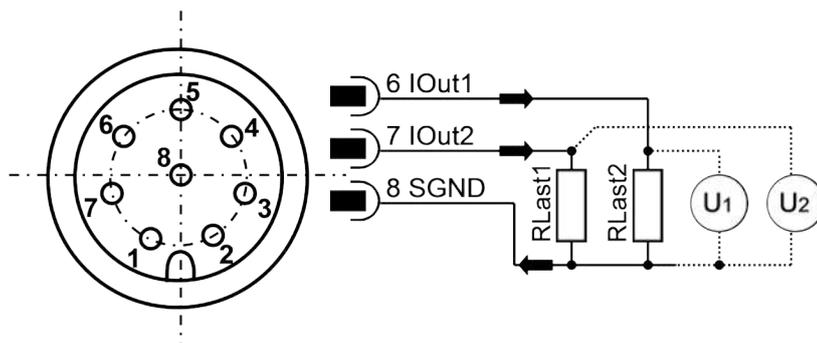


Abb. 7: Anschluss der Lastwiderstände zur Vermessung der analogen 4..20 mA Ausgänge

Die Standardkonfiguration sieht auf Kanal 1 die Öltemperatur und auf Kanal 2 die relative Feuchtigkeit vor.

Eine Änderung der Kanalbelegung ist möglich und ist im Kapitel [Setzen der analogen Stromausgänge](#) [> Seite 23].

3.3.3 Dimensionierung des Lastwiderstandes

Der Lastwiderstand kann nicht beliebig gewählt werden. Er muss entsprechend der Versorgungsspannung des Sensors angepasst sein. Der maximale Lastwiderstand kann mit der Formel (6-1) berechnet werden. Alternativ steht die hier aufgeführte Tabelle zur Verfügung.

$$R_{\max} / \Omega = U_{\text{Versorgung}} / V \cdot 25 (\Omega/V) - 200 \Omega \qquad 25 \Omega \leq R_{\max} \Omega \qquad (6-1)$$

R_{\max} in Ω	$U_{\text{Versorgung}}$ in V
25	9
50	10
100	12
150	14
200	16

Tab. 10: Bestimmung des Lastwiderstandes in Abhängigkeit der Versorgungsspannung

3.3.4 Kalibrierung

Ausgabegröße X	Ausgabebereich	Größengleichung	Formel
T in °C	-20°C...120°C	$X/°C = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 8750 (°C/A) - 55°C$	(6-2)
RH in %	0%...100%	$X/\% = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 (\%/A) - 25\%$	(6-3)
H20; H40 in %	0%...100%	$X/\% = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6666,67 (\%/A) - 33,33\%$	(6-4)
AH in ppm	0ppm...AHScI	$X/ppm = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot \frac{AHScI / ppm}{16 \cdot 10^{-3} A} - \frac{AHScI / ppm}{4}$	(6-5)
P; P40	1...5	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 266,67 \left(\frac{1}{A}\right) - 0,3333$ < 5 mA: Lernen oder Sensor teilweise an Luft	(6-6)
C; C40 in pS/m	100pS/m... 1000100 pS/m	$X/pS/m = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6,667 \cdot 10^7 \left(\frac{pS}{A}\right) - 333233 \frac{pS}{m}$ < 5 mA: Lernen	(6-7)
AP in %	0%...100%	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 \left(\frac{\%}{A}\right) - 25 \%$	(6-8)
L in %	0%...100%	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 \left(\frac{\%}{A}\right) - 25 \%$	(6-9)1
log(C); log(C40) in pS/m	1pS/m...1000000 pS/m	$X/pS/m = 10 \left(\frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 375 \left(\frac{pS}{A}\right) - 1,5 \log \left(\frac{pS}{m}\right)\right)$	(6-10)2

Tab. 11: Berechnung des Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

Standardmäßig wird die Temperatur im Bereich zwischen -20 °C und 120 °C und die relative Feuchtigkeit zwischen 0 und 100 % auf den Stromausgängen abgebildet. Der obere Grenzwert für die absolute Feuchtigkeit (AHScI) ist für die Skalierung der analogen Stromausgänge notwendig. Dieser ist frei einstellbar. Der Grenzwert ist jedoch ölspezifisch und muss zusammen mit den anderen Parametern, die für die Messung der absoluten Feuchtigkeit notwendig sind, im Labor ermittelt werden.

Kontaktieren Sie hierzu den Bühler Technologies GmbH Service. Die Skalierung der Stromausgänge ist linear.

Iout in mA	4	5	12	20
T in °C	-20	-11,25	50	120
RH, H20, H40 in %	0	6,25	50	100
AH in ppm	0	0,0625*AHScI	0,5*AHScI	AHScI
P; P40	Lernmodus aktiv	1	2,867	5
C; C40 in pS/m	Lernmodus aktiv	100	466807	1000100
log(C); log(40) in pS/m	1	2,37	1000	1000000
AP	0	6,26	50	100
L	0	6,25	50	100

Tab. 12: Skalierung der analogen Stromausgänge

4 Betrieb und Bedienung

HINWEIS



Das Gerät darf nicht außerhalb seiner Spezifikation betrieben werden!

4.1 RS232-Kommunikation

Die Kommunikation mit dem Sensor erfolgt wahlweise über eine serielle RS232 Schnittstelle, CANopen oder über zwei analoge 4...20 mA Ausgänge.

Standardmäßig werden die Sensoren mit aktivierter RS232 Schnittstelle ausgeliefert. In diesem Modus ist es sehr einfach möglich sowohl die Konfiguration der analogen Schnittstelle, als auch die Konfiguration der CANopen Kommunikationsparameter vorzunehmen. Bei Bedarf kann anschließend per RS232 Befehl auf die CANopen-Schnittstelle umgeschaltet werden (siehe Kapitel [Schreibbefehle](#) [> Seite 20], Befehl WCOEN), die Änderung wird nach Neustart des Sensors wirksam.

Für die Konfiguration und/oder Betrieb des Sensors über PC wird die auf der Homepage www.buehler-technologies.com zur Verfügung gestellte Software ("CMSensorDataViewer" und "CMSensorConfig") empfohlen. Die Software ermöglicht bei Betrieb des Sensors am PC einen komfortablen Zugriff auf die Sensordaten und die Konfiguration des Sensors ohne Zuhilfenahme von Terminalprogrammen.

Befindet sich der Sensor im CANopen-Modus, kann auf die RS232 Schnittstelle dauerhaft im Index 0x2020, Subindex 3 umgeschaltet werden die Änderung wird nach Neustart des Sensors wirksam.

Befindet sich der Sensor im CANopen-Modus, kann auf die RS232 Schnittstelle auch zeitweise umgeschaltet werden. Dazu wird der Sensor an eine entsprechend konfigurierte RS232-Schnittstelle angeschlossen und während des Startvorgangs muss die Raute Taste (#) gedrückt gehalten werden, bis sich der Sensor mit seiner ID meldet. Meldet sich der Sensor innerhalb von 10 Sekunden nach Anlegen der Stromversorgung nicht, muss der Vorgang wiederholt werden.

4.1.1 Serielle Schnittstelle (RS232)

Der Sensor verfügt über eine serielle Schnittstelle, über welche er ausgelesen und konfiguriert werden kann. Dazu wird ein PC und eines entsprechendes Terminalprogramm bzw. eine Auslesesoftware benötigt. Beides wird in den nächsten Kapiteln genauer beschrieben.

Zunächst müssen Sie einen vorhandenen, freien COM-Port an Ihrem Rechner wählen, an dem Sie den Sensor anschließen. Ein geeignetes Kommunikationskabel für die serielle Verbindung zwischen Sensor und Rechner/Steuerung ist unter Bestellnummer 1590001001 erhältlich. Sollte der Rechner über keinen serienmäßigen COM-Port verfügen, so besteht die Möglichkeit, serielle Schnittstellenkarten oder USB-Seriell-Umsetzer, Bestellnummer 1590001002, einzusetzen.

Wird der Sensor im CAN-Modus gestartet, muss er zunächst wieder in den RS232-Modus versetzt werden. Nach dem Anschluss des Sensors an die Stromversorgung hört der Sensor hierzu auf der Leitung, ob er an eine serielle Schnittstelle angeschlossen ist und ob ein definiertes Zeichen („#“) gesendet wird, das während der Startphase anliegen muss. Wird das Zeichen nicht gesendet, so springt der Sensor in den CANopen-Modus. Versteht er das gesendete Zeichen, so geht er in den Kommunikationsmodus über RS232. Hier kann per Befehl der RS232-Modus dauerhaft aktiviert werden.

Bei Neustart des Sensors wird dann automatisch im RS232-Modus gestartet und obiger Ablauf kann entfallen.

4.1.1.1 Schnittstellenparameter

- Baudrate: 9600
- Daten-Bits: 8
- Parität: keine
- Stopp-Bits: 1
- Flusskontrolle: Keine

4.1.2 Befehlsliste

Im Folgenden sind alle Schnittstellenbefehle zur Kommunikation mit dem Sensor aufgeführt.

Diese können mit einem Terminalprogramm, wie z.B. dem Microsoft Windows HyperTerminal, an den Sensor übergeben werden.

4.1.2.1 Lesebefehle

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
1	RVal[CR]	Lesen aller Messwerte mit anschließender Checksumme (CRC)	\$Time:x.xxx[h];T:xx.x[°C]; ...;CRC:x[CR][LF]
2	RID[CR]	Lesen der Identifikation mit anschließender Checksumme (CRC)	\$BuehlerTechnologies;BCM-MS200 SN:xxxxx;...;CRC:x[CR][LF]
3	RCon[CR]	Lesen der Konfigurationsparameter und CAN Konfiguration mit anschließender Checksumme (CRC)	\$AO1:x;AO2:x;...; CRC:x[CR][LF]
4	RGrad[CR]	Lesen der Parametergradienten mit anschließender Checksumme (CRC)	\$Time:x.xxx[h]; PTG:x.xxx[1/K]; CTG:x. xxxx[pS/m/K];...; CRC:x[CR][LF]
5	RMemO[CR]	Lesen der Speicherorganisation, Parameter und Einheit der Daten wird ausgegeben	Time [h]; T [°C]; P [-];P40 [-];PTG [1/K];C [pS/m];... [CR][LF]
6	RMemS[CR]	Lesen der Anzahl der speicherbaren Datensätze	MemS: xxxx[CR][LF]
7	RMemU[CR]	Lesen der Anzahl der gespeicherten Datensätze	MemU: xxxx[CR][LF]
8	RMem[CR]	Lesen des gesamten Speichers, inkl. Organisation, Datensätze sind durch [CR][LF] getrennt, Unterbrechung mit beliebigem Tastendruck	Time [h]; T [°C]; P [-];P40 [-];PTG [1/K];... [CR][LF] x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... [CR][LF]
9	RMem-n[CR]	Lesen der letzten n Datensätze im Speicher mit anschließender Checksumme (CRC) pro Datensatz, Trennung der Daten mit Semikolon, Trennung der Datensätze mit [CR][LF], beginnend mit dem ältesten Datensatz, Unterbrechung mit beliebigem Tastendruck	\$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF] ... \$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF]
10	RMem-n;i[CR]	Lesen von i Datensätzen im Speicher, beginnend bei dem (aktueller Datensatz)- (n Datensätze) mit anschließender Checksumme (CRC) pro Datensatz, Trennung der Daten mit Semikolon, Trennung der Datensätze mit [CR][LF], beginnend mit dem ältesten Datensatz, Unterbrechung mit beliebigem Tastendruck	\$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF] ... \$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF]
11	RMemH-n[CR]	Lesen der Datensätze der letzten n Stunden im Speicher mit anschließender Checksumme (CRC) pro Datensatz, Trennung der Daten mit Semikolon, Trennung der Datensätze mit [CR][LF], beginnend mit dem ältesten Datensatz, Unterbrechung mit beliebigem Tastendruck	\$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF] ... \$x.xxx;x.xxxx;x.xxxx;x.xxxx; x.xxxx;... ;CRC:x[CR][LF]
12	RORef[CR]	Lesen gespeicherter Referenzwerte RefStat (Status des Lernvorgangs: 255 nicht angestoßen, 30..1 Lernvorgang läuft, 0 Lernvorgang abgeschlossen), RefC40, RefP40, RefCTG, RefPTG	\$RefStat:x[-];RefC40:x[pS/m];... ;CRC:x[CR][LF]
13	RLim[CR]	Lesen gesetzter Grenzwerte für Alarime und Berechnung des AgingProgress-Wertes und RUL Standardwerte: LimitP40%: 5.0 % LimitC40%: 400 % MaxT: 80 °C MaxTMean: 50 °C RULh: 0h (nicht gesetzt) RULfB: 0 (nicht gesetzt) LMax: 90 % ¹ LMin: 20 % ¹	\$LimitP40%:x.x[%]; LimitC40%:x[%]; MaxT:x[°C]; MaxTMean:x.x[°C];... ;CRC:x[CR][LF]

Tab. 13: Serielle Kommunikation - Lesebefehle

¹ nur bei Level-Sensoren

4.1.2.2 Schreibbefehle

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
1	SONew[CR]	Legt aktuellen Zustand als frisches Öl ab. Alle Parameter werden gelöscht (Gradienten, Referenzwerte, gelernte Werte), Ölalter wird auf 0 h gesetzt, Lernvorgang wird angestoßen (Dauer: ca. 250 Betriebsstunden), Daten im Speicher bleiben erhalten	ok[CR][LF]
2	WAHScLxxxx[CR]	Setzen des Limits der absoluten Feuchtigkeit. Dieser Wert ist entscheidend für die Skalierung bei der Ausgabe über die 4..20 mA Schnittstelle.	AHScL:xxxxx[CR][LF]
3	SAO1x[CR]	Belegung des ersten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard relative Feuchtigkeit	SAO1:x[CR][LF]
4	SAO2x[CR]	Belegung des zweiten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard: Temperatur	SAO2:x[CR][LF]
5	CTime[CR]	Löscht den Betriebsstundenzähler	ok[CR][LF]
6	CMem[CR]	Löscht alle Daten im Verlaufsspeicher	ok[CR][LF]
7	WMemIntrn[CR]	Setze Speicherintervall auf n Minuten Wertebereich n: 1..1440 Minuten	MemInt:n [min] [CR][LF]
8	SMemD[CR]	Legt die aktuell vorliegenden Daten im Speicher als neuen Datensatz ab	ok[CR][LF]
9	WCOENx[CR]	Aktiviert bzw. deaktiviert den CANopen-Modus. x = 0: CAN deaktiviert, x = 1: CAN aktiviert Umsetzung beim nächsten Neustart	COEN:x[CR][LF]
10	WCOSpdX[CR]	Setzt die Baudrate der CAN Schnittstelle x = Baudrate in kBit/s unterstützt werden folgende Baudraten (jeweils in kBit/s): 10, 20, 50, 100, 125, 250, 500 Umsetzung beim nächsten Neustart	COSpd:x[CR][LF]
11	WCOIDx[CR]	Setze die Node-ID für CANopen-Modus. Wertebereich x: 0..127 COB-ID der TPDOs wird automatisch auf Standardwerte gesetzt TPDO1 COB-ID: 0x180+Node-ID TPDO2 COB-ID: 0x280+Node-ID TPDO3 COB-ID: 0x380+Node-ID TPDO4 COB-ID: 0x480+Node-ID Umsetzung beim nächsten Neustart	COID:xxx[CR][LF]
12	WCOHBeatn[CR]	Setze Heart Beat Time für CANopen-Modus. Wertebereich x: 0..10000ms, Auflösung: 50ms Wenn n = 0, ist Heart Beat ausgeschaltet Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x1017 Umsetzung beim nächsten Neustart	COHBeat:n[ms] [CR][LF]
13	WTPDOyn[CR]	Setze TPDOy-COB-ID für CANopen-Modus. Wertebereich y: 1..2 Wertebereich n: 384..1279 (0x180..0x4FF) Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x180y, Sub: 1 TPDO3-COB-ID ist nicht änderbar und immer auf 0x380+Node-ID festgelegt TPDO4-COB-ID1 ist nicht änderbar und immer auf 0x480+Node-ID festgelegt Umsetzung beim nächsten Neustart	TPDOy:n[CR][LF]
14	WTPDOyTypen [CR]	Setze TPDOy-Typ für CANopen-Modus. Wertebereich y: 1..2 Wertebereich n: 1..240, 254, 255 Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x180y, Sub 2 TPDO3-Typ ist nicht änderbar und entspricht immer dem TPDO2 Typ Umsetzung beim nächsten Neustart	TPDOyType:n [CR][LF]
15	WTPDOyTimern [CR]	Setze TPDOy-Timer für CANopen-Modus. Wertebereich y: 1..2 Wertebereich n: 0..10000ms, Auflösung: 50ms Wenn n = 0, ist Heart Beat ausgeschaltet	TPDOyTimer:n[ms] [CR][LF]

		Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x1017 TPDO3- und TPDO4 ¹ -Timer ist nicht änderbar und entspricht immer dem TPDO2 Timer Umsetzung beim nächsten Neustart	
16	WLimP40% <i>n</i> [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte Änderung P40 gegenüber gelerntem Referenzwert in % Bei Annäherung und Überschreitung der aktuellen P40 Abweichung an diesen Wert werden Warnungen und Alarme gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 1.0..100.0% Standardwert <i>n</i> : 5 %	LimP40%: <i>n</i> [%] [CR][LF]
17	WLimC40% <i>n</i> [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte Änderung C40 gegenüber gelerntem Referenzwert in % Bei Annäherung und Überschreitung der aktuellen C40 Abweichung an diesen Wert werden Warnungen und Alarme gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 1.0..1000.0% Standardwert <i>n</i> : 300 %	LimC40%: <i>n</i> [%] [CR][LF]
18	WLimT <i>n</i> [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte Maximaltemperatur Bei Überschreitung des Grenzwerts wird Alarm gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 20.0..120.0 °C Standardwert <i>n</i> : 80 °C	LimT: <i>n</i> . <i>n</i> [°C][CR][LF]
19	WLimTmeann [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte maximale Durchschnittstemperatur Bei Überschreitung des Grenzwerts wird Alarm gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 20.0..120.0 °C Standardwert <i>n</i> : 60 °C	LimT: <i>n</i> . <i>nn</i> [°C][CR][LF]
20	SETrign [CR]	Schaltet eventgetriggerte Speicherung von Messwerten aus (<i>n</i> = 0) oder an (<i>n</i> = 1) Wertebereich <i>n</i> : 0..1 Standardwert <i>n</i> : 0	MemETrig: <i>n</i> [CR][LF]
21	WRULh <i>n</i> [CR]	Eingeben der Referenzstandzeit des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung	RULh: <i>n</i> [CR][LF]
22	WRULf <i>Bn</i> [CR]	Eingeben des Referenzlastfaktors des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung	RULf <i>B</i> : <i>n</i> [CR][LF]
23	STrAu <i>n</i> [CR]	Schaltet automatische Übertragung von Messwerten aus (<i>n</i> = 0) oder an (<i>n</i> = 1..60), alle <i>n</i> Minuten, Übertragung entspricht der Antwort auf Befehl RVal Wertebereich <i>n</i> : 0..60 Standardwert <i>n</i> : 0	TrAu: <i>n</i> [min][CR][LF]
24	WLMa <i>xn</i> 1	Setze maximal erlaubten Füllstand in % Bei Überschreitung dieses Grenzwertes wird ein Alarm gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 0 ...100 % Standardwert <i>n</i> : 90 %	LMax: <i>n</i> [%] [CR][LF]
25	WLMin <i>n</i> 1	Setze minimal erlaubten Füllstand in % Bei Unterschreitung dieses Grenzwertes wird ein Alarm gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 0 ...100 % Standardwert <i>n</i> : 20 %	LMin: <i>n</i> [%] [CR][LF]

Tab. 14: Serielle Kommunikation - Schreibbefehle

¹ nur bei Level-Sensoren

[CR] = [Carriage Return (0xD)]

[LF] = [Linefeed (0xA)]

4.1.2.3 CRC Berechnung

Jedes Zeichen, das im String gesendet wird (inkl. Linefeed und Carriage Return), muss aufsummiert werden, wobei ein Wertebereich von 8 Bit (0→255) zugrunde liegt. Ist das Ergebnis gleich NULL, so ist kein Fehler vorhanden.

Beispiel eines gesendeten Strings: RH:31[%];CRC:Ü[CR][LF]

Zeichen	Wert
R	82
H	72
:	58
3	51
1	49
[91
%	37
]	93
;	59
X	67
P	82
X	67
:	58
Ü	217
[CR]	13
[LF]	10
Summe	0→OK

Tab. 15: Beispiel einer Prüfsummenberechnung (CRC)

4.1.3 Setzen der analogen Stromausgänge

Die beiden analogen Stromausgänge sind ab Werk voreingestellt. Auf Kanal 1 (Pin 6) wird die Temperatur und auf Kanal 2 (Pin 7) die relative Feuchtigkeit ausgegeben. Der Sensor bietet jedoch die Möglichkeit, die voreingestellten Ausgabeparameter zu ändern. Der Befehl hierzu lautet: „SAO1x[CR]“ und „SAO2x[CR]“ mit dem entsprechenden Nummernschlüssel x. Die folgende Tabelle zeigt die möglichen Parameter für die Konfiguration der analogen Ausgänge.

Nummerschlüssel x	Parameter
0	Temperatur (T)
1	Relative Feuchtigkeit (RH)
2	Absolute Feuchtigkeit (AH) ¹
3	Alterungsfortschritt (AP)
4	Relative Permittivität (P)
5	Relative Permittivität bei 40 °C (P40)
6	Leitfähigkeit (C)
7	Leitfähigkeit bei 40 °C (C40)
8	Relative Feuchtigkeit bei 20 °C (H20)
9	Relative Feuchtigkeit bei 40 °C (H40)
10	Füllstand ²
11	log(Leitfähigkeit) (log(C)) (ab Version 1.21.12)
12	log(Leitfähigkeit bei 40 °C) (log(C40)) (ab Version 1.21.12)
30	Alarm 4mA = kein Alarm 20mA = Ölstand zu niedrig (Sensor an Luft oder bei Levelsensor Ölstand < gesetztes Minimum) oder freies Wasser (>95 %) oder sehr hoher Wassergehalt (>75 %) oder gesetzte maximale Öltemperatur überschritten
40	Sequentielle Ausgabe von T, rel. H, P, C, P40, C40, AP und L ²
100	Ausgabe fest auf 4 mA
101	Ausgabe fest auf 12 mA
102	Ausgabe fest auf 20 mA

Tab. 16: Nummerschlüssel für die Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

¹ Diese Einstellung erfordert besondere Kalibrierung.

² Nur bei Level-Sensoren verfügbar.

4.1.3.1 Sequentielle Ausgabe der Werte

Eine sequentielle Ausgabe der wichtigsten Parameter ist über die analogen Schnittstellen möglich. Der Sensor wird dazu entsprechend der Vorgaben in Kapitel [Setzen der analogen Stromausgänge](#) [> Seite 23] konfiguriert. Der entsprechend konfigurierte Sensor gibt die wichtigsten Parameter auf der folgenden Abbildung dargestellten Weise aus.

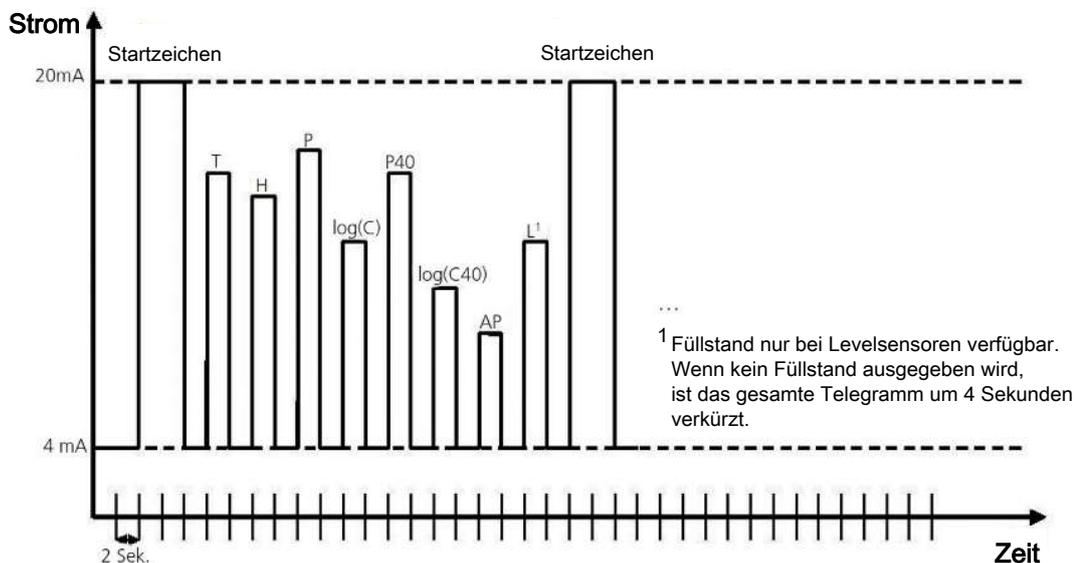


Abb. 8: Sequentielle Ausgabe der Werte über die analoge Schnittstelle

4.1.4 Ausgabetriggerung

Die Ausgabe von Messwerten über die RS232-Schnittstelle kann prinzipiell auf zwei unterschiedliche Arten, zeitgetriggert oder befehlsgetriggert, geschehen.

Die Befehlsliste zur Abfrage von Kennwerten ist in Kapitel Befehlsliste und im Anhang wiedergegeben. Es gibt sowohl Befehle zur Abfrage der aktuellen Kennwerte, als auch zur Abfrage der Kennwerte aus naher Vergangenheit (Zeit kann je nach gewählter Einstellung variieren).

4.1.5 Speichertriggerung

Um den geräte- und programmiertechnischen Aufwand für den Anwender gering zu halten wird die automatische Auswertung der Sensorkennwerte im Sensor vorgenommen. Die anfallenden Daten werden event-, zeit- oder befehlsgetriggert im Daten- und Fehlerspeicher abgelegt. Unter Event wird eine Änderung des Zustandscodes der in Kapitel Errorbits Aufschlüsselung zusammengefassten Zustände verstanden. Die eventabhängige Speicherung kann mit Hilfe des Befehls „SETrig“ eingestellt werden.

4.1.6 Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung

Für die automatische Zustandsbewertung ist der Sensor bereits mit Standardwerten vorkonfiguriert. Sollen einzelne Konfigurationswerte geändert werden, ist ein Vorgehen empfohlen wie in nachfolgender Tabelle aufgeführt (Beispiel für Standardkonfiguration).

Schritt		Parameter
1	Einstellen des Speicherintervalls auf 20 Minuten	WSaveInt20.0[ENTER]
2	Schreiben der Alterungsgrenzwerte	WLimP40%5.0[ENTER] WLimV40%20[ENTER]
3	Schreiben der Temperaturgrenzwerte	WLimT80.0[ENTER] WLimTMean50.0[ENTER]
4	Falls bekannt Referenzstandzeit des Öls setzen	WRULhxxxx[ENTER]
5	Falls bekannt Referenzlastfaktor des Öls setzen	WRULfBxxxx[ENTER]
6	Speicher bei Bedarf löschen	CMem[ENTER]
7	Kennzeichnen des aktuellen Öls als Frischöl	SONew[ENTER]

Tab. 17: Vorgehen für Standardkonfiguration des Sensors

Nach einem Ölwechsel sind diese Schritte mit angepassten Parametern zu wiederholen, insofern der Öltyp sich geändert hat. Bei gleichem Öltyp wie vor dem Ölwechsel reicht es aus Schritt 7 durchzuführen (Kennzeichnen des aktuellen Öls als Frischöl). Sensor setzt intern gelernte Werte, Gradienten, Ölalter etc. zurück und initialisiert einen neuen Lernzyklus der bis zu 250 Stunden dauern kann. Während dieser Zeit sind die auf gelernte Werte und Gradienten angewiesene Zustandsbewertungen nicht detektierbar.

Zustandserkennung für Temperaturüberschreitung und Wassereinbruch funktioniert weiterhin.

Der 64Bit Hexcode wird durch 16 Hexzahlen dargestellt.

Die Wertigkeit und Bedeutung der einzelnen Bits ist der Tabelle in Kapitel Errorbits Aufschlüsselung zu entnehmen.

Die zeitgesteuerte Ausgabe kann per Befehl aktiviert bzw. deaktiviert werden.

4.2 CAN-Kommunikation

4.2.1 CAN-Schnittstelle

Die CAN-Schnittstelle entspricht der „CAN 2.0B Active Specification“. Die Datenpakete entsprechen dem in der nachfolgenden Abbildung gezeigten Format. Die Abbildung dient nur Anschauungszwecken, die Umsetzung entspricht der CAN 2.0B Spezifikation.

Der Sensor unterstützt eine begrenzte Anzahl an Übertragungsgeschwindigkeiten auf dem CAN-Bus.

Durch CiA empfohlene und vom Sensor unterstützte Datenraten			
Datenrate	Unterstützt	CiA Draft 301	Buslänge (nach CiA Draft Standard 301)
1 Mbit/s	nein	ja	25 m
800 kbit/s	nein	ja	50 m
500 kbit/s	ja	ja	100 m
250 kbit/s	ja	ja	250 m
125 kbit/s	ja	ja	500 m
100 kbit/s	ja	nein	750 m
50 kbit/s	ja	ja	1000 m
20 kbit/s	ja	ja	2500 m
10 kbit/s	ja	ja	5000 m

Tab. 18: Unterstützte Busgeschwindigkeiten bei CANopen Kommunikation und zugehörige Kabellängen

Die elektrischen Parameter der CAN-Schnittstelle sind in dieser Tabelle aufgeführt:

Parameter	Größe	Einheit
Typ. Antwortzeit bei SDO-Anfragen	<10	ms
Max. Antwortzeit bei SDO-Anfragen	150	ms
Versorgungsspannung CAN-Transceiver	3,3	V
Terminierung integriert	nein	-

Tab. 19: Elektrische Parameter CAN-Schnittstelle

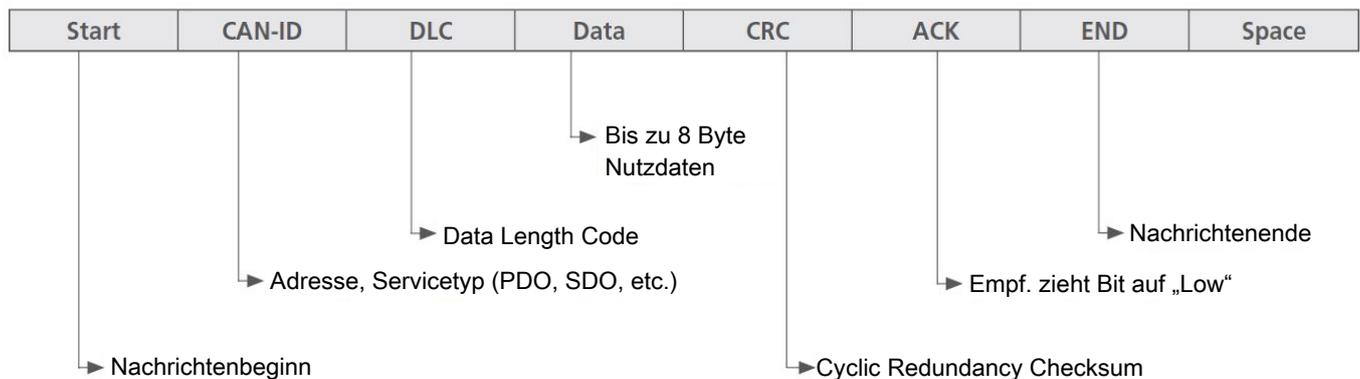


Abb. 9: CAN Nachrichtenformat

4.2.2 CANopen

CANopen definiert "was" und nicht "wie" etwas beschrieben wird. Mit den implementierten Verfahren wird ein verteiltes Kontrollnetz umgesetzt, das von sehr einfachen Teilnehmern bis zu sehr komplexen Steuerungen miteinander verbinden kann, ohne, dass es zu Kommunikationsproblemen zwischen den Teilnehmern kommt.

Das zentrale Konzept von CANopen ist das sogenannte Device Object Dictionary (OD), ein Konzept wie es ebenfalls bei anderen Feldbussystemen eingesetzt wird.

Im Nachfolgenden wird zuerst auf Object Dictionary, dann auf Communication Profile Area (CPA), und anschließend auf das CANopen Kommunikationsverfahren an sich eingegangen.

4.2.2.1 „CANopen Object Dictionary“ allgemein

Das CANopen Object Dictionary (OD) ist ein Objektverzeichnis in dem jedes Objekt mit einem 16 Bit Index angesprochen werden kann. Jedes Objekt kann aus mehreren Datenelementen bestehen, die über ein 8 Bit Subindex adressiert werden können.

Das prinzipielle Layout eines CANopen Objektverzeichnisses ist in folgender Tabelle dargestellt.

Index (hex)	Objekt
0000	-
0001 - 001F	Statische Datentypen (Boolean, Integer)
0020 - 003F	Komplexe Datentypen (bestehend aus Standarddatentypen)
0040 - 005F	Komplexe Datentypen, herstellerspezifisch
0060 - 007F	Statische Datentypen (geräteprofilsspezifisch)
0080 - 009F	Komplexe Datentypen (geräteprofilsspezifisch)
00A0 - 0FFF	reserviert
1000 - 1FFF	Communication Profile Area (z.B. Gerätetyp, Fehlerregister, unterstützte PDOs, ..)
2000 - 2FFF	Communication Profile Area (herstellerspezifisch)
6000 - 9FFF	Geräteprofilsspezifische Device Profile Area (z.B. "DSP-401 Device Profile for I/O Modules")
A000 - FFFF	reserviert

Tab. 20: Allgemeine CANopen Object Dictionary Struktur

4.2.2.2 CANopen Communication Objects

Bei CANopen übertragene Kommunikationsobjekte sind durch Dienste und Protokolle beschrieben und sind folgendermaßen klassifiziert:

- Network Management (NMT) stellt Dienste und für Businitialisierung, Fehlerbehandlung, und Knotensteuerung
- Process Data Objects (PDOs) dienen zur Übertragung von Prozessdaten in Echtzeit
- Service Data Objects (SDOs) ermöglichen den Lese- und Schreibzugriff auf das Objektverzeichnis eines Knotens
- Special Function Object Protocol ermöglicht anwendungsspezifische Netzwerksynchronisation, Zeitstempel Übertragung und Emergency Nachrichten.

Im Folgenden wird die Initialisierung des Netzes mit einem CANopen Master und einem Sensor beispielhaft beschrieben.

- Nach Anlegen des Stromes verschickt der Sensor eine Boot Up Nachricht innerhalb von ca. 5 Sekunden und sobald der Pre-operational-Zustand erreicht ist. In diesem Zustand werden vom Sensor nur die Heartbeat-Nachrichten verschickt, falls er entsprechend konfiguriert ist.
- Anschließend kann der Sensor über SDOs konfiguriert werden, in den meisten Fällen ist dies nicht notwendig, da die einmal eingestellten Kommunikationsparameter automatisch vom Sensor gespeichert werden.
- Um den Sensor in den Operational-Zustand zu versetzen kann entweder eine entsprechende Nachricht an alle CANopen Teilnehmer oder speziell an den Sensor verschickt werden. Im Operational-Zustand verschickt der Sensor die unterstützten PDOs entsprechend seiner Konfiguration entweder in periodischen Zeitabständen oder auf Sync-Nachrichten getriggert.

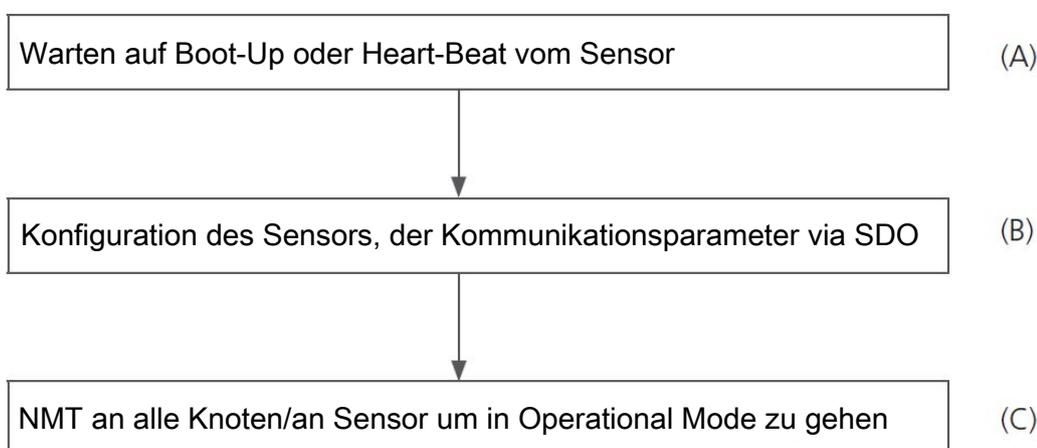


Abb. 10: CANopen Bus Initialisierungsprozess

Je nach Zustand des Sensors stehen verschiedene Dienste des CANopen Protokolls zur Verfügung:

Com. Object	Initializing	Pre-Operational	Operational	Stopped
PDO			X	
SDO		X	X	
Synch		X	X	
BootUp	X			
NMT		X	X	X

Tab. 21: Verfügbare CANopen Dienste in verschiedenen Sensorzuständen

4.2.2.3 Service Data Object (SDO)

Service Data Objects dienen dem Schreib- und Lesezugriff auf das Objektverzeichnis des Sensors. Die SDOs werden jeweils quittiert und die Übertragung findet immer nur zwischen zwei Teilnehmern statt, ein sogenanntes Client/Server-Model.

Der Sensor kann ausschließlich als Server funktionieren, beantwortet also nur SDO-Nachrichten und schickt von sich aus keine Anfragen an andere Teilnehmer. Die SDO-Nachrichten vom Sensor an den Client haben als ID die NodeID+0x580. Bei Anfragen vom Client an den Sensor (Server) wird bei der SDO-Nachricht als ID die NodeID+0x600 erwartet.

Das Standardprotokoll für SDO-Transfer, benötigt 4 Byte um die Senderichtung, Datentyp, den Index und den Subindex zu kodieren. Somit bleiben noch 4 Byte von den 8 Byte eines CAN-Datenfeldes für den Dateninhalt. Für Objekte, deren Dateninhalt größer als 4 Byte ist, gibt es zwei weitere Protokolle für den sogenannten fragmentierten oder segmentierten SDO-Transfer.

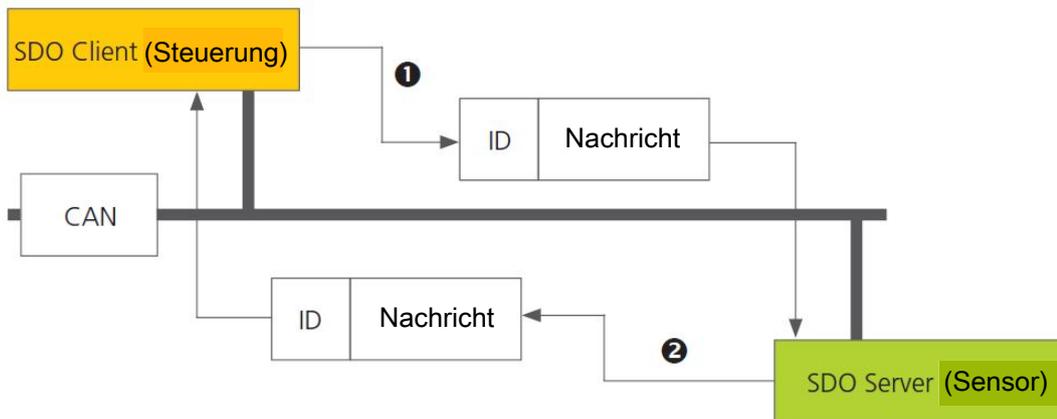


Abb. 11: SDO Client/Server Beziehung

SDOs sind dazu gedacht den Sensor über Zugriff auf das Objektverzeichnis zu konfigurieren, selten benötigte Daten oder Konfigurationswerte anzufragen oder größere Datenmengen herunterzuladen. Die SDO Eigenschaften im Überblick:

- Auf alle Daten im Objektverzeichnis kann zugegriffen werden
- Bestätigte Übertragung
- Client/Server Beziehung bei der Kommunikation

Die Steuerungs- und Nutzdaten einer nicht segmentierten SDO-Standardnachricht verteilen sich auf die CAN-Nachricht, wie es in der folgenden Tabelle dargestellt ist. Die Nutzdaten einer SDO-Nachricht sind bis zu 4 Byte groß. Mit Hilfe der Steuerungsdaten einer SDO-Nachricht (Cmd, Index, Subindex) wird die Zugriffsrichtung auf das Objektverzeichnis und ggf. der übertragene Datentyp bestimmt. Für die genauen Spezifikationen des SDO Protokolls sollte der „CiA Draft Standard 301“ konsultiert werden.

CAN	CAN-ID	DLC	Nutzdaten CAN Message							
			0	1	2	3	4	5	6	7
CANopen SDO	COB-ID 11 Bit	DLC	Cmd	Index	Subindex	Nutzdaten CANopen SDO Message				

Tab. 22: Aufbau einer SDO Nachricht

Ein Beispiel für eine SDO Abfrage der Seriennummer des Sensors aus dem Objektverzeichnis an Index 0x1018, Subindex 4, mit Datenlänge 32 Bit ist im Folgenden dargestellt. Der Client (Steuerung) schickt dazu eine Leseanfrage an den Sensor mit der ID „NodeID“.

CAN	CAN-ID	DLC	Nutzdaten CAN Message							
			0	1	2	3	4	5	6	7
CANopen	COB-ID 11 Bit	DLC	Cmd	Index		Subidx	Nutzdaten SDO			
				1	0		0	3	2	1
Nachricht vom Client an Sensor	0x600 + NodeID	0x08	0x40	0x18	0x10	0x04	don't care	don't care	don't care	don't care

Tab. 23: SDO Downloadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht in der der Datentyp, Index, Subindex und die Seriennummer des Sensors kodiert sind, hier beispielhaft die Seriennummer 200123 (0x30DBB).

CAN	CAN-ID	DLC	Nutzdaten CAN Message							
			0	1	2	3	4	5	6	7
CANopen	COB-ID 11 Bit	DLC	Cmd	Index		Subidx	Nutzdaten SDO			
				1	0		0	3	2	1
Nachricht vom Client an Sensor	0x580 + NodeID	0x08	0x43	0x18	0x10	0x04	0xBB	0x0D	0x30	0x00

Tab. 24: SDO Downloadantwort durch den Server an den Client

Ein Beispiel für den Upload von Daten (Heartbeat-Zeit) über SDO in das Objektverzeichnis des Sensors an Index 0x1017 mit Datenlänge 16 Bit ist im Folgenden dargestellt. Der Client (Steuerung) schickt dazu eine Schreibanfrage an den Sensor mit der ID „NodeID“, um die Heartbeat-Zeit auf 1000°ms zu setzen (0x03E8).

CAN	CAN-ID	DLC	Nutzdaten CAN Message							
			0	1	2	3	4	5	6	7
CANopen	COB-ID 11 Bit	DLC	Cmd	Index		Subidx	Nutzdaten SDO			
				1	0		0	3	2	1
Nachricht vom Client an Sensor	0x600 + NodeID	0x08	0x2B	0x17	0x10	0x00	0xE8	0x03	0	0

Tab. 25: SDO Uploadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht in der bestätigt wird, dass der Zugriff erfolgreich war und der Index und Subindex kodiert sind auf die der Zugriff erfolgte.

CAN	CAN-ID	DLC	Nutzdaten CAN Message							
			0	1	2	3	4	5	6	7
CANopen	COB-ID 11 Bit	DLC	Cmd	Index		Subidx	Nutzdaten SDO			
				1	0		0	3	2	1
Nachricht vom Client an Sensor	0x580 + NodeID	0x08	0x60	0x17	0x10	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Tab. 26: SDO Uploadantwort durch den Server an den Client

4.2.2.4 Process Data Object (PDO)

PDOs sind ein oder mehrere Datensätze, die aus dem Objektverzeichnis in die bis zu 8 Bytes einer CAN-Nachricht gespiegelt sind, um Daten schnell und mit möglichst wenig Zeitaufwand von einem „Producer“ zu einem oder mehreren „Consumern“ zu übertragen. Jedes PDO hat eine einzigartige COB-ID (Communication Object Identifier), wird nur von einem einzigen Knoten verschickt, kann aber von mehreren Knoten empfangen werden und braucht nicht quittiert/bestätigt zu werden.

PDOs eignen sich ideal dazu Daten von Sensoren zur Steuerung oder von der Steuerung Daten zu Aktoren zu übertragen. PDO Attributen des Sensors im Überblick:

- Sensor unterstützt drei TPDOs, keine RPDOs (Level Sensoren unterstützen vier TPDOs).
- Das Mapping der Daten in PDOs ist fest und kann nicht verändert werden.
- COB-IDs für TPDO1 und TPDO2 können frei gewählt werden, TPDO3 hat immer die COB ID 0x380+NodeID.
- TPDO1 und TPDO2 kann Event/Timer getriggert oder zyklisch auf SYNCH getriggert übertragen werden und ist jeweils für die beiden TPDOs individuell einstellbar, TPDO3 (und TPDO4 bei Level Sensoren) übernimmt die Einstellungen des TPDO2.

Der Sensor unterstützt zwei unterschiedliche PDO Übertragungsmethoden.

1. Bei der Event- bzw. Timer-getriggerten Methode wird die Übertragung durch einen sensorinternen Timer oder Event ausgelöst
2. Bei der SYNCH-getriggerten Methode findet die Übertragung als Antwort auf eine SYNCH-Nachricht statt (CAN-Nachricht durch einen SYNCH-Producer ohne Nutzdaten).

Die Antwort mit PDO erfolgt entweder bei jedem empfangenen Synch oder einstellbar alle n-Empfangene SYNCH-Nachrichten.

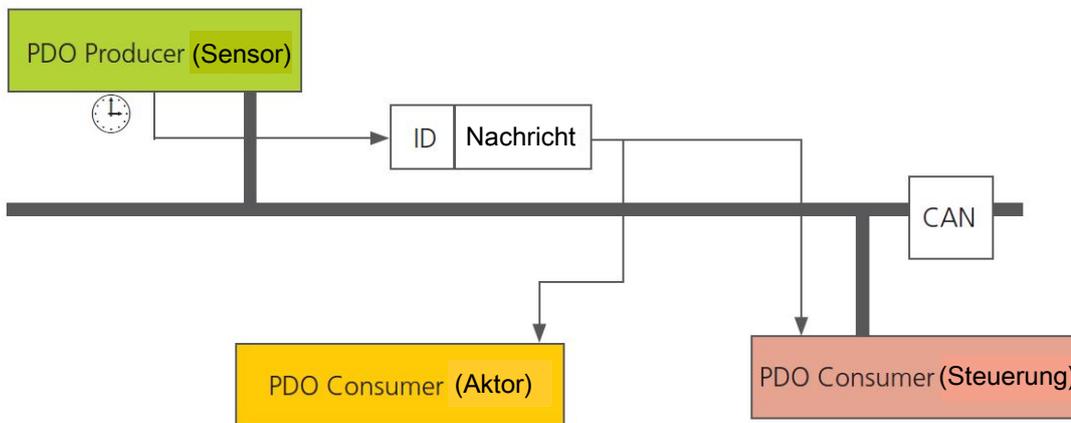


Abb. 12: PDO Consumer/Producer Beziehung

4.2.2.5 PDO Mapping

Der Sensor unterstützt drei bis vier Transmit PDOs (TPDOs), um einen möglichst effizienten Betrieb des CAN-Busses zu ermöglichen. Der Sensor unterstützt kein dynamisches Mapping von PDOs, die Mappingparameter im OD sind also nur lesbar, aber nicht beschreibbar.

Hier wird das Prinzip des Mappings von Objekten aus dem OD in ein TPDO dargestellt, es entspricht der CiA DS-301. Welche Objekte in TPDO 1 bis 4 gemappt sind kann im OD an Index 0x1A00 bis 0x1A03 ermittelt werden. Die Struktur der PDO-Mappingeinträge ist hier ebenfalls dargestellt. Des Weiteren hat jedes TPDO eine Beschreibung der Kommunikationsparameter, also Übertragungstyp, COB-ID und gegebenenfalls Event Timer. Die Kommunikationsparameter für TPDO 1 bis 4 sind im OD an Index 0x1800 bis 0x1803 dokumentiert.

Byte		LSB
Index (16 Bit)	Subindex (8 Bit)	Objektlänge in Bit (8 Bit)

Tab. 27: Grundstruktur eines PDO Mappingeintrags

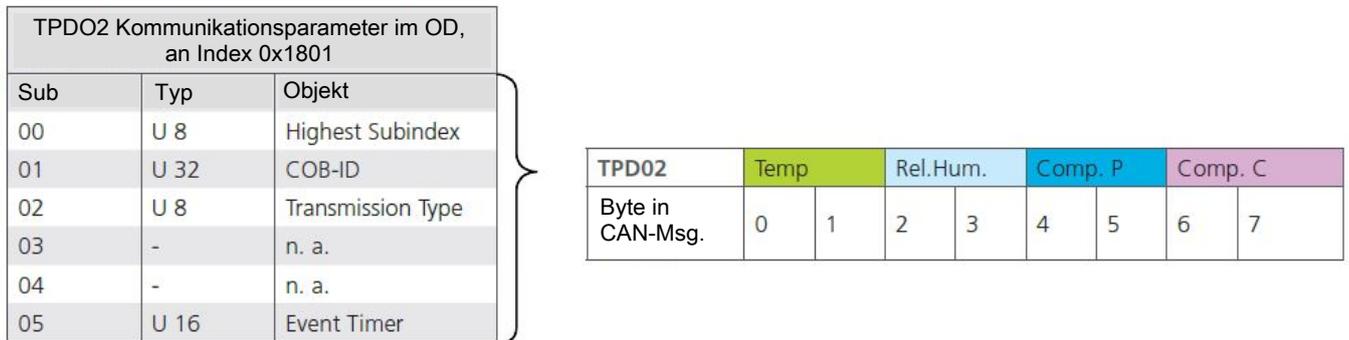
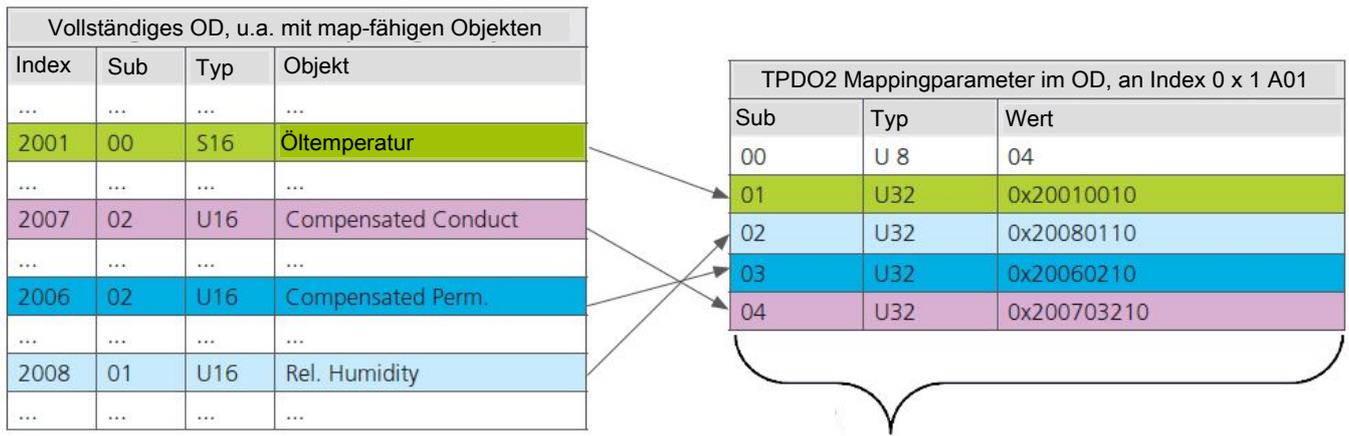


Abb. 13: Prinzip des Mappings von mehreren OD-Objekten in ein TPDO

Der Sensor unterstützt bestimmte Typen des TPDO, die für die jeweiligen Kommunikationsparameter der TPDOs eingetragen werden können.

Typ	unterstützt	zyklisch	nicht zyklisch	synchron	asynchron
0	ja		x	x	
1-240	ja	x		x	
241-253	nein				
254	ja				x
255	ja				x

Tab. 28: Beschreibung der TPDO Typen

4.2.2.6 „CANopen Object Dictionary“ detailliert

Das vollständige Objektverzeichnis des Sensors ist in den folgenden Tabellen aufgeführt. In der ersten Tabelle ist der kommunikationsbezogene Teil vom Objektverzeichnis abgebildet. Die hier möglichen Einstellungen entsprechen, bis auf wenige Ausnahmen, dem CANopen Standard wie dieser in DS 301 beschrieben ist. Durch die eingesetzte Hardwareplattform ergeben sich einige Einschränkungen hinsichtlich der Kommunikation. Die Einstellschritte für „heartbeat time“ (Index 1017h), „TPDO1 event timer“ (Index 1800h, Subindex 5), „TPDO2 event timer“ (Index 1801h, Subindex 5), „TPDO3 event timer“ (Index 1802h, Subindex 5) sind auf 50 ms limitiert, statt der vorgesehenen 1 ms. Dies bedeutet, dass diese Objekte beispielsweise auf 0 ms, 50 ms, 250 ms eingestellt werden können, aber nicht auf 35 ms, 125 ms, etc.

Communication Profile Area						
Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
1000	0	Device type	U32	ro	194h	Sensor, see DS 404
1001	0	Error register	U8	ro	00h	mandatory, see DS 301
100A	0	Manufacturer Software Version	string	ro	depends current firmware	e.g.: "1.01"
1017	0	Producer heartbeat time	U16	rw	3E8h	heartbeat time in ms, granularity of 50ms (instead of 1ms, e.g. can be set to 0, 50, 150, but not to 20) range: 0..10000
1018		identity object	record	ro		
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	Vendor ID	U32	ro	000000E6h	
	2	Product Code	U32	ro	Device dependant	
	3	Revision Number	U32	ro	Device dependant	
	4	Serial Number	U32	ro		Device dependant lower 3 bytes contain the serial number, the top byte is reserved for future use
1800		Transmit PDOs Parameter	record			
	0	Number of entries	U8	ro	05h	largest sub index
	1	COB-ID	U32	rw	180h + NodeID	COB-ID used by PDO, range: 181h..1FFh, can be changed while not operational
	2	Transmission type	U8	rw	FFh	cyclic+synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	Event Timer	U16	rw	1388h	event timer in ms for asynchronous TPDO1, value has to be a multiple of 50 and max 12700
1801		Transmit PDO2 Parameter	record			
	0	Number on entries	U8	ro	05h	largest sub index
	1	COB-ID	U32	rw	280h + NodeID	COB-ID used by PDO, range: 281h..2FFh, can be changed while not operational
	2	Transmission type	U8	re	FFh	cyclic+synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	Event timer	U16	rw	1388h	event timer in ms for asynchronous TPDO2, value has to be a multiple of 50 and max 12700
1802		Transmit PDO3 Parameter	record			
	0	Number on entries	U8	ro	05h	largest sub index
	1	COB-ID	U32	ro	380h + NodeID	COB-ID used by PDO, cannot be changed
	2	Transmission type	U8	ro	Copy of TPDO2 Transmission Type	cyclic+synchronous, asynchronous, copy TPDO2 Transmission Type
	5	Event timer	U16	ro	copy of TPDO2 event timer	event timer in ms for asynchronous TPDO3, copy of TPDO2 event timer
1803		Transmit PDO4 Parameter	record		only for Level sensors	
	0	Number of entries	U8	ro	05h	largest sub index
	1	COB-ID	U32	ro	480h + NodeID	COB-ID used by PDO, cannot be changed

	2	Transmission type	U8	ro	Copy of TPDO2 Transmission Type	cyclic+synchronous, asynchronous, copy TPDO2 Transmission Type
	5	Event timer	U16	ro	copy of TPDO2 event timer	event timer in ms for asynchronous TPDO4, copy of TPDO2 event timer
1A00		TPDO1 Mapping Parameter	record			
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	1st app obj. to be mapped	U32	co	20000410h	Alarms
	2	2nd app obj. to be mapped	U32	co	20000310h	Information
	3	3rd app obj. to be mapped	U32	co	20000210h	Status
	4	4th app obj. to be mapped	U32	co	20000110h	Sensor Status
1A01		TPDO2 Mapping Parameter	record			
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	1st app obj. to be mapped	U32	co	20010010h	Temperature
	2	2nd app obj. to be mapped	U32	co	20080110h	Humidity
	3	3rd app obj. to be mapped	U32	co	20060210h	Permittivity @ 40 °C
	4	4th app obj. to be mapped	U32	co	20070210h	Conductivity @ 40 °C
1A02		TPDO3 Mapping Parameter	record			
	0	Number of entries	U8	ro	03h	largest sub index
	1	1st app obj. to be mapped	U32	co	20050510h	RUL in h
	2	2nd app obj. to be mapped	U32	co	20050210h	Oil Age in h
	3	3rd app obj. to be mapped	U32	co	10180420h	Sensor serial number
1A03		TPDO4 Mapping Parameter	record		only for Level sensors	
	0	Number of entries	U8	ro	01h	largest sub index
	1	1st app obj. to be mapped	U32	co	200B0108h	Oil level in %

Tab. 29: "Communication Profile Area", kommunikationsbezogenes Objektverzeichnis

Alle öl- und sensorbezogenen Objekte sind im Objektverzeichnis ab Index 2000h platziert und in nachfolgender aufgeführt. Dieser Teil des Objektverzeichnisses ist sensorspezifisch und bildet die durch den Sensor gemessenen und abgeleiteten Parameter für das Öl ab. Des Weiteren werden einige Konfigurationsmöglichkeiten unterstützt, um beispielsweise die Werte für Maximaltemperatur einzustellen oder die notwendigen Einstellungen für die Berechnung der RUL zu treffen.

Manufacturer-specific Profile Area

Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
2000		Condition Monitoring Bitfield	array			
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	Sensor status bits	U16	ro		
	2	Oil status bits	U16	ro		
	3	Oil information bits	U16	ro		
	4	Oil alarm bits	000u16	ro		
2001						
	0	Oil Temperature	S16	ro		Oil temperature in °C multiplied by 10
2005		Time related parameters	record			
	0	Number of entries	U8	ro	08h	largest sub index
	1	Sensor up time	U32	ro		Operating time in seconds
	2	Oil ae	U16	ro		Time since last last oil change in hours
	3	Save interval	U16	rw	20	Save interval in minutes
	4	Sensor total up time	U32	ro		Total sensor operating time in hours
	5	Remaining Useful Lifetime	U16	ro		Remaining Lifetime of the oil in hours
	6	Remaining Useful Lifetime, temperature based	U16	ro		Temperature component of RUL
	7	Remaining Useful Lifetime, oil characteristics based	U16	ro		Oil characteristics component of RUL
	8	Remaining Useful Lifetime overwrite function	U16	wo		RUL overwrite function

	9	Status of oil age counter	U8	rw		Oil age counter, running after boot up (value > 0), to stop counter write a 0, no saving, always 1 after reboot
2006		Permittivity related parameters of the oil	record			
	0	Number of entries	U8	ro	06h	largest sub index
	1	Permittivity	U16	ro		Permittivity, multiplied by 1000
	2	Permittivity, temperature compensated to 40 °C	U16	ro		P @ 40 °C, multiplied by 1000
	3	Permittivity, deviation from fresh oil value in %	S16	ro		deviation of P @ 40 °C from teached value in %, multiplied by 100
	4	Threshold for Permittivity, deviation from fresh oil value in %	S16	rw		LimitP40%, threshold for deviation of P @ 40 °C from teached value in %, multiplied by 100
	5	Aging Progress of Permittivity in %	U16	ro		P @ 40 °C Aging Progress in %, multiplied by 10
	6	Permittivity fresh oil value	U16	rw		Permittivity of the oil, compensated to 40 °C, multiplied by 1000
2007		Conductivity related parameters of the oil	record			
	0	Number of entries	U8	ro	06h	largest sub index
	1	Conductivity	U16	ro		Conductivity, divided by 100, 0..1000000pS/m
	2	Conductivity, temperature compensated to 40 °C	U16	ro		Conductivity @ 40 °C, divided by 100, 0..1000000pS/m
	3	Conductivity, deviation from fresh oil value in %	S16	ro		Deviation of C @ 40 °C from taught value in %, multiplied by 10
	4	Threshold for Conductivity, deviation from fresh oil value in %	S16	rw		LimitC40 %, threshold for deviation of C @ 40 °C from taught value in %, multiplied by 100
	5	Aging Progress of Conductivity in %	U16	rw		C @ 40 °C Aging Progress in %, multiplied by 10
	6	Conductivity, fresh oil value	U16	ro		Conductivity of the oil, compensated to 40 °C, divided by 100, 0..1.000.000pS/m
2008		Humidity related parameters of the oil	record			
	0	Number of entries	U8	ro	03h	largest sub index
	1	rel. Humidity	S16	ro		rel. Humidity of the oil, multiplied by 10, Range: 0.0..100.0%
	2	rel. Humidity, temperature compensated to 40 °C	S16	ro		rel. Humidity of the oil in % multiplied by 10, compensated to 40 °C, range: 0.0..100.0 %
	3	Condensation temperature	S16	ro		Temperature where the water in Oil would condensate to free water, Value in °C, Range: 0..100°C
2009		Temperature related parameters of the oil	record			
	0	Number of entries	U8	ro	07h	largest sub index
	1	Current Oil Temperature	S16	ro		Oil temperature of the oil in °C, multiplied by 10
	2	Current Sensor Temperature	S16	ro		Sensor temperature in °C, multiplied by 10
	3	Mean Temperature	S16	ro		Mean Temperature of the oil since last oil change in °C multiplied by 10
	4	Threshold for Oil Temperature	S16	rw	85	Temperature where an alarm bit is set multiplied by 10, range: 100..1000
	5	Threshold for Mean Temperature	S16	rw	65	Temperature where an alarm bit is set multiplied by 10, range: 100..1000
200A		Temperature Histogram	array			
	0	Number of entries	U8	ro	1Eh	largest sub index
	1	Temperature class <0 °C	U16	ro		counts in class <0°C

	2	Temperature class 0 °C..<5 °C	U16	ro		counts in class 0°C..<5 °C
		U16	ro	
	30	Temperature class >140 °C	U16	ro		counts in class >140 °C
200C		Aging Progress	U16	ro		Aging Progress in % multiplied by 10
200B		Level related Parameters	record			Only for level sensors
	0	Number of entries	U8	ro	3h	largest sub index
	1	Level	U8	ro		Level in %
	2	Threshold for max. oil level	U8	rw	90	Level where an alarm bit is set, range: 0..100
	3	Threshold for im. oil level	U8	rw	20	Level where an alarm bit is set, range: 0..100
2020		Commandos	record			
	0	Number of entries	U8	ro	3h	largest sub index
	1	New Oil	U8	wo		new oil commandos 0x01 = new oil, same as RS232 command "SO-New"
	2	Rule Base settings	U8	wo		rule base commandos 0x00 = error triggered saving off 0x01 = error triggered saving on
	3	CANopen Enable	U8	wo		CAN enable status on next reboot, CANopen can be disabled, need RS232 to be activated again! 0x00 = off 0x01 = on
2021		Node ID	U8	rw		NodeID of the sensor, will be used on next reboot
2030		RULfB and RULh settings	record			
	0	Number of entries	U8	ro	2h	largest sub index
	1	RUL Reference Load Factor fB * 1000	U16	rw		reference load factor fB multiplied by 1000
	2	RUL Reference Lifetime in Hours	U16	rw		100..30000 h, reference life time for this oil in this application
2100		Readmem control functions	record			
	0	Number of entries	U8	ro	3h	largest sub index
	1	Size of history memory, data sets	U16	ro		size of mem in datasets, device dependent
	2	Used history memory (write pointer)	U16	ro		used datasets in mem
	3	Reading pointer, dataset	U16	rw		autoincrementing read pointer for history memory reading expressed as datasets, can be between 0 and current write pointer
2101		Readmem Initiate segmented SDO data download	U16	ro		Appropriate Pointer has to be set (with 2100sub3) before start reading, Size of the record will be sent back on reading

Tab. 30: Manufacturer-specific Profile Area“, sensorbezogener Teil des CANopen Kommunikationsprofils

4.3 Vor der Inbetriebnahme

Im Folgenden ist beschrieben, welche Schritte für eine Erstinbetriebnahme des Sensors am PC durchzuführen sind. Hierzu werden folgende Komponenten benötigt:

- PC/Laptop mit RS232-Anschluss oder alternativ einem USB-Anschluss, der als Messrechner dient
- Sensor
- Sensorkabel (Bestellnummer: 1590001001)
- Netzteil inkl. Kaltgerätestecker (Bestellnummer: 1590001003)
- Software "CMSensorDataViewer" und "CMSensorConfig"
- Zusätzlich bei Anschluss über USB: USB-RS232-Umsetzer mit zugehöriger Treibersoftware (Bestellnummer: 1590001002). Die Software "CMSensorDataViewer" und "CMSensorConfig" kann über die Webseite www.buehler-technologies.com heruntergeladen werden.

Die Komponenten sind wie folgt vorzubereiten:

A) Softwareinstallation "CMSensorDataViewer"

- Entpacken Sie die zip.Datei auf ihrem Computer.

B) Softwareinstallation des Treibers für den USB-RS232-Umsetzer bei Datenerfassung über USB (Wenn Sie keinen Umsetzer verwenden, fahren Sie bitte mit Punkt D fort)

- Schließen Sie nun ihren USB-RS232-Umsetzer an Ihren PC/Laptop an.
- Wenn der USB-RS232-Umsetzer dem PC nicht bekannt ist, muss der entsprechende Treiber installiert werden. Folgen Sie hierzu den Installationshinweisen des Betriebssystems bzw. der mitgelieferten Treiber-CD.

C) Sensoranschluss bei Datenerfassung über USB

- Schließen Sie das Sensorkabel mit dem M12-Stecker an den Sensor an.
- Schließen Sie den 9 pol. D-Sub-Stecker des Kabels an die entsprechende serielle Schnittstelle des USB-RS232-Umsetzers an.
- Verbinden Sie das Netzteil und das Sensorkabel.
- Schließen Sie nun sachgemäß Ihr Netzteil über den Kaltgerätestecker an die Netzspannung an. Ihr Sensor ist nun betriebsbereit.

D) Sensoranschluss bei Datenerfassung über RS232

- Schließen Sie das Sensorkabel mit dem M12-Stecker an den Sensor an.
- Schließen Sie den 9 pol. D-Sub-Stecker des Kabels an die entsprechende serielle Schnittstelle Ihres PC/Laptops an.
- Verbinden Sie das Netzteil und das Sensorkabel.
- Schließen Sie nun sachgemäß Ihr Netzteil über den Kaltgerätestecker an die Netzspannung an. Ihr Sensor ist nun betriebsbereit.

E) Start der Software

- "CMSensorDataViewer" und "CMSensorConfig" kann durch einen Doppelklick auf die Datei CMSensorDataViewer.exe oder CMSensorConfig.exe gestartet werden.
- Wählen Sie die serielle Schnittstelle aus (COM), an der Sie den Sensor am Rechner angeschlossen haben. Wenn Sie keinen USB-RS232-Umsetzer verwenden ist dieses in der Regel COM 1.
- Bei Verwendung eines USB-RS232-Umsetzers wird ein neuer virtueller COM-Port angelegt. Wählen Sie diesen aus. Ggf. können Sie im Windows-Gerätemanager die Zuordnung des virtuellen COM-Ports überprüfen.
- Die eingehenden Daten sowie die Identifikation des Sensors erscheinen auf der linken Fensterseite. Auf der rechten Fensterseite können die Daten in einem Diagramm visualisiert werden.

4.4 Inbetriebnahme

Im nachfolgenden wird die Inbetriebnahme des Sensors jeweils mit der RS232 und der CAN-Schnittstelle beschrieben.

Prüfen Sie, ob das Gerät ordnungsgemäß und sicher eingebaut und elektrisch angeschlossen ist. Für ordnungsgemäße Funktionalität des Sensors müssen die in dieser Anleitung aufgeführten Randbedingungen eingehalten werden.

4.4.1 Inbetriebnahme mit RS232 Schnittstelle

Nach Anschluss des Sensors an die Spannungsversorgung meldet sich der Sensor über die RS232 automatisch mit seiner Sensor-Identnummer.

Der Sensor ist nun betriebsbereit und kann mit Hilfe der analogen Ausgänge oder digitalen Schnittstelle ausgelesen werden. Eine Übersicht über die unterstützten Befehle ist in Kapitel Befehlsliste gegeben. Für eine schnelle Inbetriebnahme folgen Sie bitte den Hinweisen im Kapitel Vor der Inbetriebnahme.

4.4.2 Inbetriebnahme mit CAN Schnittstelle

Der Sensor wird standardmäßig mit aktivierter RS232 und deaktivierter CAN-Schnittstelle ausgeliefert. Zur dauerhaften Aktivierung der CAN-Schnittstelle muss der Sensor über RS232 Schnittstelle konfiguriert werden (Befehl „WCOEN“). Alternativ kontaktieren Sie bitte den Bühler Technologies GmbH Service.

Im Auslieferungszustand ist die CANopen-Schnittstelle des Sensors entsprechend dieser Tabelle konfiguriert.:

Standardkonfiguration CANopen Schnittstelle		
Parameter	Eingestellter Wert	RS232 Befehl
Node-ID	0x64 (dez: 100)	WCOID
CAN Baudrate	250 kBit/s	WCOSpd
Heart Beat - Timer	1000 ms	WHBeat
TPDO1 ID	Node ID + 0x180 = 0x1E4 (dez: 484)	WTPDO1
TPDO2 ID	Node ID + 0x280 = 0x2E4 (dez: 740)	WTPDO2
TPDO3 ID	Node ID + 0x380 = 0x3E4 (dez: 996)	-
TPDO1 Type	255	WTPDO1Type
TPDO2 Type	255	WTPDO2Type
TPDO3 Type	= TPDO2 Type	-
TPDO1 Timer	5000 ms	WTPDO1Timer
TPDO2 Timer	5000 ms	WTPDO2Timer
TPDO3 Timer	= TPDO2 Timer	-
TPDO4 Timer (nur bei Level Sensoren)	= TPDO2 Timer	-
CAN aktiviert	0	WCOEN

Tab. 31: CANopen Standardkonfiguration

Nach Konfiguration der CAN Schnittstelle entsprechend des vorhandenen CANopen Netzwerks kann die CAN-Schnittstelle des Sensors aktiviert werden und der Sensor an das CANopen-Netzwerk angeschlossen werden.

Ein Verfahren wie mit dem Sensor trotz aktivierter CAN-Kommunikation über RS232 Schnittstelle kommuniziert werden kann, ist in [Betrieb und Bedienung](#) [> Seite 18] beschrieben.

4.4.3 Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration

In Abhängigkeit des gewünschten Funktionsumfangs kann der Sensor durch zusätzliche Informationen konfiguriert werden, um die entsprechenden Funktionen bieten zu können. Die hier aufgeführte Tabelle bietet eine Übersicht über die notwendige Konfiguration des Sensors zu jeweiligem Funktionsumfang. Eine Auskunft über die Konfiguration des Sensors gibt das Kapitel [Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung](#) [> Seite 24].

Notwendige Konfigurationen zum Funktionsempfang	
Funktionsumfang/Szenario	Notwendige Informationen zur Anlage/Konfigurationsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> – Grundparameter: Temperatur, Feuchte, P, C, P40, C40 – Durchschnittstemperatur, Lastfaktor seit Inbetriebnahme des Sensors – Kurzzeitgradienten – Alarmer zu Wassergehalt, „Niedriger Ölstand“ 	<ul style="list-style-type: none"> – Keine weitere Informationen zur Anlage notwendig
<ul style="list-style-type: none"> – Alarmer zu Temperaturüberschreitung 	<ul style="list-style-type: none"> – Grenzwerte für maximale und durchschnittliche Temperatur müssen an die Anwendung angepasst werden
<ul style="list-style-type: none"> – Kontaminationserkennung mit sonstigen Ölen/Fluiden – Langzeitgradienten 	<ul style="list-style-type: none"> – Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden
<ul style="list-style-type: none"> – Alterungsfortschritt der Kennwerte (P40 und C40) – Alarmer für Alterungsfortschritt der Grenzwerte 	<ul style="list-style-type: none"> – Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden – Grenzwerte für P40 und C40 müssen konfiguriert sein (falls die Standardkonfiguration nicht ausreicht)
<ul style="list-style-type: none"> – Vorhersage für “Remaining Useful Lifetime” des Öls 	<ul style="list-style-type: none"> – Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden – Grenzwerte für P40 und C40 müssen konfiguriert sein (mehr Informationen vorliegen als durch Standardkonfiguration vorgegeben) – Lastfaktor der Anlage und zugehörige Standzeit des Öls müssen bekannt sein

Tab. 32: Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration

4.5 Anwendungsbeispiel

Der Ölzustand ist eine aus vielen Parametern gebildete Größe. Grenzwerte für spezifische Ölparameter sind von der jeweiligen Anwendung, so z.B. den eingesetzten Komponenten und Materialien abhängig. Die Art und Geschwindigkeit der Ölparameterveränderung ist wiederum abhängig von der Anwendung, der spezifischen Anlagenbelastung sowie dem eingesetzten Druck- oder Schmiermedium.

Es ist somit nicht möglich universell gültige Grenzwerte einzelner Parameter zu definieren. Im Folgenden sind jedoch einige Charakteristika für Zustandsveränderungen von Druck- und Schmierstoffen exemplarisch aufgeführt. Die genannten Werte sind als Richtwerte zu verstehen. Für eine anlagenspezifische Anpassung der Richtwerte sind Laboruntersuchungen notwendig.

Zustand/Zustandsänderung	Kriterium
1. Ölauffrischung/Ölwechsel	<p>Charakteristisch für eine Auffrischung geringerer Mengen an Öl ist die Änderung der Sensorgrößen innerhalb kurzer Zeit. Je nach Temperatur, Medienviskosität, Anströmbedingung und Vermischung im System ist das Nachfüllen von Öl bereits innerhalb weniger Stunden festzustellen. Gleiches gilt für einen Ölwechsel.</p> <p>Bei einem Ölwechsel kann, insofern der Sensor während des Ölwechsels betrieben wird, bei Ölabblass ein zwischenzeitlicher Abfall der Messwerte auf den jeweiligen Luftwert erkannt werden. Ob eine Ölauffrischung detektiert werden kann, hängt maßgeblich von der nachgefüllten Ölmenge, dem Unterschied der Ölkenngrößen sowie der Auflösung des Sensors ab.</p> <p>Relative Permittivität (DK):</p> <p>Wird ein Öl mit einer - gegenüber dem aktuell im System vorhandenen Medium - höheren oder niedrigeren relativen DK aufgefüllt, so steigt bzw. fällt der Wert nach homogener Vermischung. Diese Zustandsveränderung tritt auf, wenn ein anderer Öltyp aufgefüllt wird bzw. wenn das im System befindliche Öl bereits eine Veränderung infolge von Alterungseffekten aufweist. Wird ein Öl mit exakt gleicher relativer DK wie das im System befindliche Öl aufgefüllt, so ist dieses anhand dieses Parameters nicht festzustellen. Dennoch kann die Ölauffrischung anhand anderer, im folgenden beschriebenen Parameter erkannt werden.</p>

<p>2. Einsatz korrekten Öls</p>	<p>Der Einsatz vorgeschriebener Schmierstoffe kann anhand der Leitfähigkeit und der relativen DK überprüft werden. Für die Frischöle müssen die jeweiligen Kenngrößen vorliegen. Es kann dann ein Abgleich zwischen den theoretisch vorliegenden und den aktuell gemessenen Werten geschehen.</p>
<p>3. Ölalterung</p>	<p>Bei der oxidativen Alterung von Druck- und Schmiermedien entstehen in der Regel polare Alterungsprodukte. Typischerweise entstehen Aldehyde und Ketone und in der weiteren Folge saure und höhermolekulare Alterungsprodukte. In Analyselaboren wird häufig die Neutralisationszahl NZ als charakteristische Größen für die Bestimmung freier Säuren im Öl verwendet. Da Öle bereits im Frischölzustand unterschiedliche Neutralisationszahlen aufweisen, wird in der Regel der Trendverlauf der NZ beobachtet. Eine Änderung der NZ um 2 mg KOH/g wird beispielsweise bei Hydraulikölen als Indikator für einen Ölwechsel gesehen.</p> <p>Relative Permittivität (DK):</p> <p>Die Zunahme an polaren Ölbestandteilen ist mit dem Sensor anhand der relativen DK zu verfolgen. Ebenso wie bei der Beobachtung der NZ ist der Trendverlauf und weniger die absolute Kenngröße entscheidend. Aufgrund einer Oxidation ist typischerweise ein Anstieg der relativen DK festzustellen. Die Änderung wird in der Regel langsam verlaufen. Ist eine Änderung der relativen DK von mehr als 10 bis 20 % gegenüber dem Frischölwert festzustellen, sollte das Öl näher untersucht werden. Eine nähere Untersuchung ist ebenfalls dann angeraten, wenn die Änderungsgeschwindigkeit des Signals deutlich zunimmt und ein progressiver Signalverlauf festzustellen ist.</p> <p>Leitfähigkeit:</p> <p>Im Zuge der Alterung unterliegt die Leitfähigkeit ebenso wie die relative DK einer Veränderung. In vielen Fällen steigt die Anzahl an Ladungsträgern im Öl an und die Leitfähigkeit nimmt zu. Im Sensor werden die Frischölwerte von Leitfähigkeit und relativer DK gespeichert. Die Ölalterung kann so z.B. durch einen Vergleich von Frischölwerten und aktuellen Kennwerten erkannt werden. Der Sensor nimmt diese Auswertung selbständig vor und leitet hieraus den sogenannten Alterungsfortschritt (AP) ab.</p>

5 Wartung und Reinigung

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ist das Gerät wartungsfrei.

Die Art der Reinigung der Geräte ist auf die IP-Schutzart der Geräte abzustimmen. Keine Reinigungsmittel verwenden, die die verbauten Materialien angreifen können.

6 Service und Reparatur

Sollte ein Fehler beim Betrieb auftreten, finden Sie in diesem Kapitel Hinweise zur Fehlersuche und Beseitigung.

Reparaturen an den Betriebsmitteln dürfen nur von Bühler autorisiertem Personal ausgeführt werden.

Sollten Sie Fragen haben, wenden Sie sich bitte an unseren Service:

Tel.: +49-(0)2102-498955 oder Ihre zuständige Vertretung

Ist nach Beseitigung eventueller Störungen und nach Einschalten der Netzspannung die korrekte Funktion nicht gegeben, muss das Gerät durch den Hersteller überprüft werden. Bitte senden Sie das Gerät zu diesem Zweck in geeigneter Verpackung an:

Bühler Technologies GmbH

- Reparatur/Service -

Harkortstraße 29

40880 Ratingen

Deutschland

Bringen Sie zusätzlich die RMA - Dekontaminierungserklärung ausgefüllt und unterschrieben an der Verpackung an. Ansonsten ist eine Bearbeitung Ihres Reparaturauftrages nicht möglich.

Das Formular befindet sich im Anhang dieser Anleitung, kann aber auch zusätzlich per E-Mail angefordert werden:

service@buehler-technologies.com.

6.1 Fehlersuche und Beseitigung

Fehler	Ursache	Maßnahme
– Keine Sensorkommunikation mit Hyperterminal	Kabel ist nicht korrekt angeschlossen	Überprüfen Sie bitte zunächst den korrekten elektrischen Anschluss des Sensors bzw. des Daten- und Stromkabels. Berücksichtigen Sie bitte die vorgeschriebene Anschlussbelegung.
	Betriebsspannung liegt außerhalb des vorgeschriebenen Bereichs	Bitte betreiben Sie den Sensor im Bereich zwischen 9 V und 33 V DC.
	Schnittstellenkonfiguration ist fehlerhaft	Überprüfen und korrigieren Sie gegebenenfalls die Einstellungen der Schnittstellen-Parameter (9600, 8,1, N, N). Testen Sie die Kommunikation mit Hilfe eines Terminalprogramms ggf. unter Verwendung eines Schnittstellenprüfers.
	Falscher Kommunikationsport gewählt	Überprüfen und korrigieren Sie die Wahl des Kommunikationsports (z.B. COM1).
	Fehlerhafte Schreibweise der Sensorbefehle	Überprüfen Sie die Schreibweise der Sensorbefehle. Achten Sie insbesondere auf Groß- und Kleinschreibung. Der Sensor gibt bei ungültigen Befehlen die eingegebene Zeichenfolge mit einem vorangestellten Fragezeichen zurück.
	Kabel falsch oder defekt	Verwenden Sie möglichst Original Datenkabel
– Messwerte sind nicht plausibel bzw. Messwerte schwanken	RS-232-Schnittstelle ist nicht aktiviert	Aktivieren Sie die RS232-Schnittstelle mit zeitweise oder dauerhaft mit Hilfe von CMSensorConfig oder einem Terminalprogramm, wie in Kapitel Betrieb und Bedienung [> Seite 18] beschrieben.
	Sensor misst Luft aufgrund eines stark pendelnden Tankvolumens	Überprüfen Sie, ob der Sensor korrekt, gemäß Einbauvorschriften eingebaut ist.
	Sensor misst Luft im Öl oder polare Ablagerungen im Ölsumpf	Überprüfen Sie, ob der Sensor korrekt, gemäß Einbauvorschriften eingebaut ist.
	Das Öl ist stark verschäumt	Überprüfen Sie, ob der Sensor korrekt, gemäß Einbauvorschriften eingebaut ist. Eine Verschäumung ist besonders bei Getrieben und bei ungünstigen Einbaupositionen zu erwarten.
Messwerte liegen außerhalb der Spezifikation	Beachten Sie die technischen Daten und betreiben Sie den Sensor innerhalb der angegebenen Messbereiche.	

– Kein Analogausgang	Kabel ist nicht korrekt angeschlossen	Überprüfen Sie bitte zunächst den korrekten elektrischen Anschluss des Sensors bzw. des Daten- und Stromkabels. Berücksichtigen Sie bitte die vorgeschriebene Anschlussbelegung.
	Betriebsspannung liegt außerhalb des vorgeschriebenen Bereichs	Bitte betreiben Sie den Sensor im Bereich zwischen 9 V und 33 V DC.
	Schnittstellenkonfiguration ist fehlerhaft	Überprüfen und korrigieren Sie gegebenenfalls die Einstellungen für die Analogen Ausgänge.
	Falsche Beschaltung der Analogausgänge	Beachten Sie die Angaben zum Messen der Analogausgänge
– Keine Sensorkommunikation über CAN	Kabel ist nicht korrekt angeschlossen	Überprüfen Sie bitte zunächst den korrekten elektrischen Anschluss des Sensors bzw. des Daten- und Stromkabels. Berücksichtigen Sie bitte die vorgeschriebene Anschlussbelegung.
	Betriebsspannung liegt außerhalb des vorgeschriebenen Bereichs	Bitte betreiben Sie den Sensor im Bereich zwischen 9 V und 33 V DC.
	Schnittstellenkonfiguration ist fehlerhaft	Überprüfen und korrigieren Sie gegebenenfalls die Einstellungen der Schnittstellen-Parameter. Die zu wählende Einstellung hängt von der Konfiguration des Sensors ab.
	CAN-Schnittstelle ist nicht aktiviert	Aktivieren Sie die CAN-Schnittstelle mit Hilfe der RS232-Schnittstelle, mit CMSensorConfig oder einem Terminalprogramm, wie in Kapitel Betrieb und Bedienung [> Seite 18] beschrieben.
– Fehlmessung der absoluten Feuchtigkeit	Kalibrierparameter falsch eingestellt	Die Kalibrierparameter sind ölspezifisch und müssen einprogrammiert werden. Kontaktieren Sie den Bühler Technologies GmbH Service.
	Messbereich falsch eingestellt	Der Messbereich ist ölspezifisch und muss einprogrammiert werden. Kontaktieren Sie den Bühler Technologies GmbH Service.

Tab. 33: Fehler: Keine Sensorkommunikation mit Hyperterminal

6.2 Zubehör BCM-MS

Art. Nr.	Bezeichnung
1590001005	Leitungsadapter
1590001001	Datenkabel RS232
1590001002	USB/RS232 Adapter
1590001003	Netzteil Spannungsversorgung

6.3 Zubehör BCM-LS

Art. Nr.	Bezeichnung
1590001001	Datenkabel RS232
1590001002	USB/RS232 Adapter
1590001003	Netzteil Spannungsversorgung

7 Entsorgung

Bei der Entsorgung der Produkte sind die jeweils zutreffenden nationalen gesetzlichen Vorschriften zu beachten und einzuhalten. Bei der Entsorgung dürfen keine Gefährdungen für Gesundheit und Umwelt entstehen.

Auf besondere Entsorgungshinweise innerhalb der Europäischen Union (EU) von Elektro- und Elektronikprodukten deutet das Symbol der durchgestrichenen Mülltonne auf Rädern für Produkte der Bühler Technologies GmbH hin.



Das Symbol der durchgestrichenen Mülltonne weist darauf hin, dass die damit gekennzeichneten Elektro- und Elektronikprodukte vom Hausmüll getrennt entsorgt werden müssen. Sie müssen fachgerecht als Elektro- und Elektronikaltgeräte entsorgt werden.

Bühler Technologies GmbH entsorgt gerne Ihr Gerät mit diesem Kennzeichen. Dazu senden Sie das Gerät bitte an die untenstehende Adresse.



Wir sind gesetzlich verpflichtet, unsere Mitarbeiter vor Gefahren durch kontaminierte Geräte zu schützen. Wir bitten daher um Ihr Verständnis, dass wir die Entsorgung Ihres Altgeräts nur ausführen können, wenn das Gerät frei von jeglichen aggressiven, ätzenden oder anderen gesundheits- oder umweltschädlichen Betriebsstoffen ist. **Für jedes Elektro- und Elektronikaltgerät ist das Formular „RMA-Formular und Erklärung über Dekontaminierung“ auszustellen, dass wir auf unserer Website bereithalten. Das ausgefüllte Formular ist sichtbar von außen an der Verpackung anzubringen.**

Für die Rücksendung von Elektro- und Elektronikaltgeräten nutzen Sie bitte die folgende Adresse:

Bühler Technologies GmbH
WEEE
Harkortstr. 29
40880 Ratingen
Deutschland

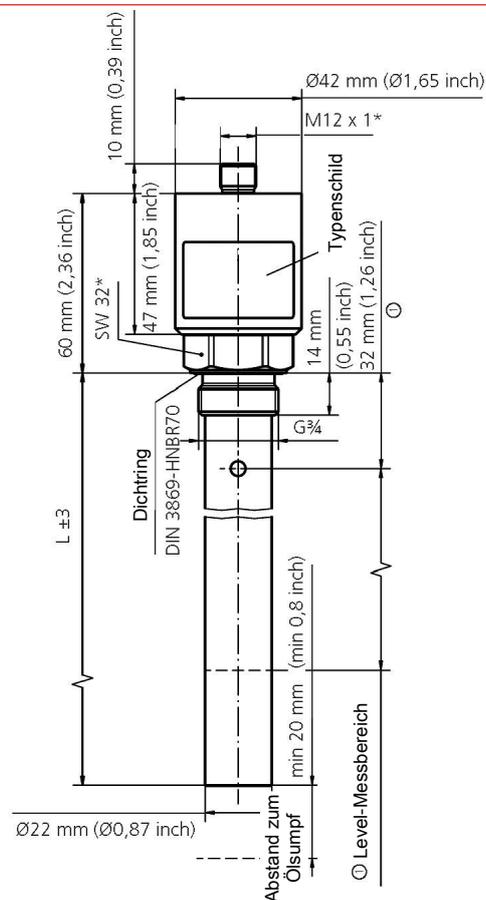
Bitte beachten Sie auch die Regeln des Datenschutzes und dass Sie selbst dafür verantwortlich sind, dass sich keine personenbezogenen Daten auf den von Ihnen zurückgegebenen Altgeräten befinden. Stellen Sie bitte deshalb sicher, dass Sie Ihre personenbezogenen Daten vor Rückgabe von Ihrem Altgerät löschen.

8 Anhang

8.1 Technische Daten BCM-LS

BCM-LS200-1DC2A/xxx	1DC2A
Ausführung:	Kompaktgerät
Prozessanschluss:	G3/4"
Material Medienberührend:	Aluminium, HNBR, Polyurethanharz, Epoxidharz, chemisch Nickel/Gold (ENIG), Lötzinn, Aluminiumoxid, Glas, Gold, Silber-Palladium
Mediumtemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Umgebungstemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Druckfestigkeit:	50 bar
Kompatible Flüssigkeiten:	Mineralöle (H, HL, HLP, HLPD, HVLP), synthetische Ester (HETG, HEPG, HEES, HEPR), Polyalkylenglykole (PAG), Zink- und Aschefreie Öle (ZAF), Polyalphaolefine (PAO)
Gewicht:	170 g bei 200 mm Variante 210 g bei 375 mm Variante 250 g bei 615 mm Variante
Betriebsspannung (U _B):	9 – 33 V DC
Stromaufnahme:	max. 0,2 A
Messbereich	
Temperatur:	-20 °C...85 °C
Rel. Feuchte:	0...100 %
Rel. Dielektrizitätszahl:	1...7
Leitfähigkeit:	100...800.000 pS/m
Füllstand:	115 mm für 200 mm Variante 288 mm für 375 mm Variante 515 mm für 615 mm Variante siehe Maßzeichnung
Messgenauigkeit	
Temperatur:	±2 K
Rel. Feuchte:	±3 %
Rel. Dielektrizitätszahl:	±0,015
Leitfähigkeit (100...2.000 pS/m):	±200 pS/m
Leitfähigkeit (2.000...800.000 pS/m):	<±10 %
Füllstand:	<±5 %
Ausgang 1DC:	RS232/CAN-Open/SAE J1939
Ausgang 2A:	2x 4-20 mA (einer Messgröße Zuordbar oder sequentielle Ausgabe aller Werte)

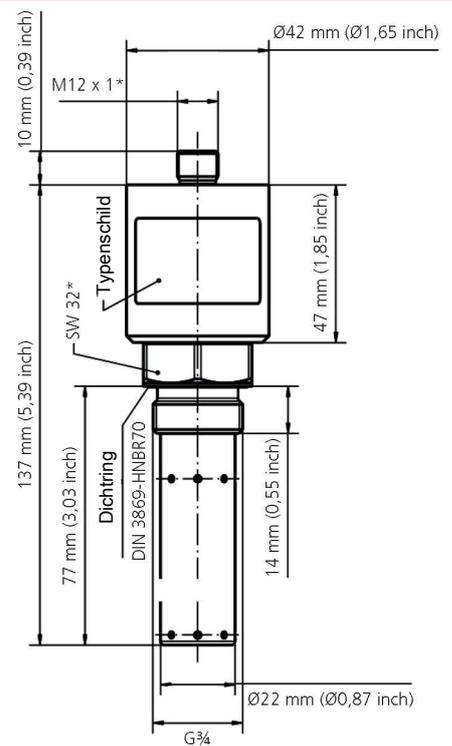
Abmessungen



8.2 Technische Daten BCM-MS

BCM-MS200–1DC2A	1DC2A
Ausführung:	Kompaktgerät
Prozessanschluss:	G3/4"
Material Medienberührend:	Aluminium, HNBR, Polyurethanharz, Epoxidharz, chemisch Nickel/Gold (ENIG), Lötzinn, Aluminiumoxid, Glas, Gold, Silber-Palladium
Mediumtemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Umgebungtemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Druckfestigkeit:	50 bar
Kompatible Flüssigkeiten:	Mineralöle (H, HL, HLP, HLPD, HVLP), synthetische Ester (HETG, HEPG, HEES, HEPR), Polyalkylenglykole (PAG), Zink- und Aschefreie Öle (ZAF), Polyalfaolefine (PAO)
Gewicht:	140 g
Betriebsspannung (U_B):	9 – 33 V DC
Stromaufnahme:	max. 0,2 A
Messbereich	
Temperatur:	-20 °C...85 °C
Rel. Feuchte:	0...100 %
Rel. Dielektrizitätszahl:	1...7
Leitfähigkeit:	100...800.000 pS/m
Messgenauigkeit	
Temperatur:	±2 K
Rel. Feuchte:	±3 %
Rel. Dielektrizitätszahl:	±0,015
Leitfähigkeit (100...2.000 pS/m):	±200 pS/m
Leitfähigkeit (2.000...800.000 pS/m):	<±10 %
Ausgang 1DC:	RS232/CAN-Open/SAE J1939
Ausgang 2A:	2x 4-20 mA (einer Messgröße fest Zuordbar oder sequentielle Ausgabe aller Werte)

Abmessungen



8.3 Standard Anschlussbelegung

Steckverbindung	M12 (Sockel)
Polzahl	8 pol.
Spannung	max. 33 V DC
Schutzart mit aufgeschraubter Kabeldose IP67	IP67
Ausführung	1DC2A
Anschlussbild	
1	L+
2	L-
3	TxD, CAN low [OUT]
4	RxD, CAN high [IN]
5	-
6	Analogausgang 4...20 mA
7	Analogausgang 4...20 mA
8	Signalmasse
Schirm	-

8.4 Zulässige mechanische Belastungen

Die zulässigen mechanischen Belastungen für die Sensoren sind in der folgenden Tabelle aufgeführt. Bei Überschreitung der Vibrationsfestigkeit der Level-Sensoren ist eine zusätzliche mechanische Stabilisierung am unteren Ende des Sensors vorzusehen.

Belastung	Größe	Einheit
max. Vibration in Längsrichtung BCM-MS und BCM-LS Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 5 – 9 A: +-15	HZ mm
	f: 9 – 200 a: 10	HZ g
max. Vibration in Querrichtung BCM-MS Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 5 – 9 A: +- 15	HZ mm
	f: 9 – 200 a: 10	HZ g
max. Vibration in Querrichtung BCM-LS	Nicht spezifiziert ¹	-

Tab. 34: Zulässige mechanische Belastungen

¹ Wenn von einer Belastung in Querrichtung auszugehen ist, muss eine mechanische Stabilisierung des Sensors vorgesehen werden, um die Hebelwirkung zu minimieren.

8.5 Errorbits Aufschlüsselung

Block #	Bit	Typ	Beschreibung	Empfohlener Ampelstatus	
1	0	0	Alarm	Niedriger Ölstand Zusammenfassung	ROT
1	1	1	Alarm	Sensor an Luft	ROT
1	2	2	Alarm	Ölstand fallend (reagiert mit Verzögerung)	ROT
1	3	3	Alarm	Sensor teilweise an Luft	ROT
1	4	4	Alarm	Reserviert	-
1	5	5	Alarm	Reserviert	-
1	6	6	Alarm	Aktuelle Temperatur überschreitet Grenzwert	ROT
1	7	7	Alarm	Mittelwert aus Temperaturhistorie überschreitet Grenzwert	-
1	8	8	Alarm	Ölalterung*, Parameter überschreiten gesetzte Limits	ROT
1	9	9	Alarm	Reserviert	-
1	10	10	Alarm	Reserviert	-
1	11	11	Alarm	Gealterte Gradienten	ROT
1	12	12	Alarm	Ölwechsel ist anzuraten*	ROT
1	13	13	Alarm	Langsame Kontamination mit sonstiger Flüssigkeit*	-
1	14	14	Alarm	Reserviert	-
1	15	15	Alarm	Reserviert	-
2	16	0	Info/Warnung	Reserviert	-
2	17	1	Info/Warnung	Reserviert	-
2	18	2	Info/Warnung	Reserviert	-
2	19	3	Info/Warnung	Reserviert	-
2	20	4	Info/Warnung	Reserviert	-
2	21	5	Info/Warnung	Ölauffrischung* **	-
2	22	6	Info/Warnung	Ölwechsel* **	-
2	23	7	Info/Warnung	Ölalterung Vorwarnung*, Parameter erreichen 2/3 der gesetzten Limits	GELB
2	24	8	Info/Warnung	Viskosität: Messbereich überschritten	-
2	25	9	Info/Warnung	Temperatur: Messbereich überschritten	-
2	26	10	Info/Warnung	Reserviert	-
2	27	11	Info/Warnung	Reserviert	-
2	28	12	Info/Warnung	rel. DZ: Messbereich überschritten	-
2	29	13	Info/Warnung	Öl entspricht nicht vorgegebenem Referenzöl (die Kennwerte des Öls weichen zu stark von den Werten d. gelernten Frischöls ab)	-
2	30	14	Info/Warnung	Reserviert	-
2	31	15	Info/Warnung	Reserviert	-
3	32	0	Info/Warnung	Lernphase noch nicht abgeschlossen, wird nach Kennzeichen des aktuellen Öls als Frischöl gesetzt	-
3	33	1	Info/Warnung	Reserviert	-
3	34	2	Info/Warnung	Referenzwert geändert (Referenzwerte / Limits wurden extern neu gesetzt, bleibt für ca. 15s aktiv)	-
3	35	3	Info/Warnung	Ölwechsel durchgeführt*	-
3	36	4	Info/Warnung	Reserviert	-
3	37	5	Info/Warnung	Demnächst Ölwechsel anzuraten*	GELB
3	38	6	Info/Warnung	Der Zähler für Ölalterung wurde von extern angehalten, wird bei nächstem Sensorneustart oder per Befehl wieder gelöscht	-
3	39	7	Info/Warnung	PowerUp (Sensor wurde neu gestartet, bleibt für ca. 15s aktiv)	-
3	40	8	Info/Warnung	Ölwechsel auf anderes Öl	-
3	41	9	Info/Warnung	Ölwechsel auf gleiches Öl	-
3	42	10	Info/Warnung	Ölauffrischung auf anderes Öl	-

3	43	11	Info/Warnung	Ölauffrischung auf gleiches Öl	-
3	44	12	Info/Warnung	Bit 44/45: Öltyp Erkennung** 44: HLP 45: HEPR 44+45: HEES/HETG	-
3	45	13	Info/Warnung		-
3	46	14	Info/Warnung	Gradienten-Lernvorgang aktiv	-
3	47	15	Info/Warnung	Eventabhängige Speicherung aktiviert	-
4	48	0	Error	Reserviert	-
4	49	1	Error	Sensor defekt (Zusammenfassung der Selbstdiagnose, Sensor teilweise ausgefallen oder spezifizierter Messbereich stark überschritten)	-
4	50	2	Error	Prognose Alterung nicht plausibel*	-
4	51	3	Error	Elektroniktemperatur außerhalb des zulässigen Bereichs	-
4	52	4	Error	Reserviert	-
4	53	5	Error	Temperatur: Sensor defekt	-
4	54	6	Error	Reserviert	-
4	55	7	Error	rel. DZ: Sensor defekt	-
4	56	8	Error	Viskosität: Sensor defekt	-
4	57	9	Error	Reserviert	-
4	58	10	Error	Reserviert	-
4	59	11	Error	Reserviert	-
4	60	12	Error	Reserviert	-
4	61	13	Error	Reserviert	-
4	62	14	Error	Reserviert	-
4	63	15	Error	Reserviert	-

Tab. 35: Detektierbare Zustandsveränderungen und die zugeordnete Bit-Codierung

* Diese Parameter stehen nach einem Ölwechsel erst nach abgeschlossener Lernphase, je nach Anlage nach 10 bis 250 Betriebsstunden und mehreren Lastzuständen, zur Verfügung, da die benötigten Gradienten erst nach einiger Lernzeit hinreichend genau bestimmt werden können.

** Diese Zustandsbewertung befindet sich zur Zeit in der Erprobungsphase.

8.6 Lastfaktor einer Anlage

Für die Berechnung des Lastfaktors einer Anlage muss ein typischer Temperaturverlauf oder ein Temperaturhistogramm an der Messstelle des Sensors vorliegen. Mit Formel (15-1) kann der Lastfaktor aus einem Temperaturhistogramm berechnet werden. H_n bezeichnet die Anzahl der Zählungen in der aktuell betrachteten Temperaturklasse des Histogramms, N ist die Gesamtanzahl der Zählungen im Histogramm, T_{Klasse} ist die Durchschnittstemperatur der aktuell betrachteten Klasse und T_{Klasse} ist auf 95 °C zu setzen.

$$\beta = \sum_{n=0}^{n=N} \left[\frac{H_n}{N} \cdot 1,5^{\frac{T_{\text{Klasse}} - T_{\text{max}}}{D}} \right] \quad (15-1)$$

Der Sensor ermittelt autonom den Lastfaktor an der Einsatzstelle. Alternativ kann dieser Lastfaktor als Referenz herangezogen werden, wenn die Maschine als ein repräsentatives Gerät mit durchschnittlicher Last angesehen werden kann.

9 Beigefügte Dokumente

- Konformitätserklärungen KX150004, KX150005
- RMA - Dekontaminierungserklärung

EU-Konformitätserklärung
EU-declaration of conformity



Hiermit erklärt Bühler Technologies GmbH,
dass die nachfolgenden Produkte den
wesentlichen Anforderungen der Richtlinie

*Herewith declares Bühler Technologies GmbH
that the following products correspond to the
essential requirements of Directive*

2014/30/EU
(Elektromagnetische Verträglichkeit / *electromagnetic compatibility*)

in ihrer aktuellen Fassung entsprechen.

in its actual version.

Produkt / products: Bühler Condition Monitor / *Bühler Condition Monitor*
Typ / type: BCM-MS

Das Betriebsmittel dient zur Überwachung der relativen Feuchte, Temperatur, Permittivität und der
Leitfähigkeit innerhalb von Öl.
*The equipment is intended for monitoring the relative humidity, temperature, permittivity and
conductivity within the oil.*

Das oben beschriebene Produkt der Erklärung erfüllt die einschlägigen
Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union:
*The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation
legislation:*

EN 13309:2010

EN ISO 13766:2018

Die alleinige Verantwortung für die Ausstellung dieser Konformitätserklärung trägt der Hersteller.
This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Dokumentationsverantwortlicher für diese Konformitätserklärung ist Herr Stefan Eschweiler mit
Anschrift am Firmensitz.
*The person authorised to compile the technical file is Mr. Stefan Eschweiler located at the company's
address.*

Ratingen, den 04.10.2022


Stefan Eschweiler
Geschäftsführer – *Managing Director*


Frank Pospiech
Geschäftsführer – *Managing Director*

EU-Konformitätserklärung
EU-declaration of conformity



Hiermit erklärt Bühler Technologies GmbH,
dass die nachfolgenden Produkte den
wesentlichen Anforderungen der Richtlinie

*Herewith declares Bühler Technologies GmbH
that the following products correspond to the
essential requirements of Directive*

2014/30/EU

(Elektromagnetische Verträglichkeit / *electromagnetic compatibility*)

in ihrer aktuellen Fassung entsprechen.

in its actual version.

Produkt / products: Bühler Condition Monitor / *Bühler Condition Monitor*
Typ / type: BCM-LS

Das Betriebsmittel dient zur kontinuierlichen Überwachung der relativen Feuchte, Temperatur,
Permittivität, Leitfähigkeit sowie den Füllstand in Ölbehältern.
*The equipment is intended for continuous monitoring of the relative humidity, temperature,
permittivity, conductivity and the fill level in oil tanks.*

Das oben beschriebene Produkt der Erklärung erfüllt die einschlägigen
Harmonisierungsrechtsvorschriften der Union:
*The object of the declaration described above is in conformity with the relevant Union harmonisation
legislation:*

EN 13309:2010

EN ISO 13766:2018

Die alleinige Verantwortung für die Ausstellung dieser Konformitätserklärung trägt der Hersteller.
This declaration of conformity is issued under the sole responsibility of the manufacturer.

Dokumentationsverantwortlicher für diese Konformitätserklärung ist Herr Stefan Eschweiler mit
Anschrift am Firmensitz.
*The person authorised to compile the technical file is Mr. Stefan Eschweiler located at the company's
address.*

Ratingen, den 04.10.2022


Stefan Eschweiler
Geschäftsführer – *Managing Director*


Frank Pospiech
Geschäftsführer – *Managing Director*

RMA-Formular und Erklärung über Dekontaminierung

RMA-Form and explanation for decontamination



RMA-Nr./ RMA-No.

Die RMA-Nr. bekommen Sie von Ihrem Ansprechpartner im Vertrieb oder Service. Bei Rücksendung eines Altgeräts zur Entsorgung tragen Sie bitte in das Feld der RMA-Nr. "WEEE" ein./ You may obtain the RMA number from your sales or service representative. When returning an old appliance for disposal, please enter "WEEE" in the RMA number box.

Zu diesem Rücksendeschein gehört eine Dekontaminierungserklärung. Die gesetzlichen Vorschriften schreiben vor, dass Sie uns diese Dekontaminierungserklärung ausgefüllt und unterschrieben zurücksenden müssen. Bitte füllen Sie auch diese im Sinne der Gesundheit unserer Mitarbeiter vollständig aus./ This return form includes a decontamination statement. The law requires you to submit this completed and signed decontamination statement to us. Please complete the entire form, also in the interest of our employee health.

Firma/ Company

Firma/ Company	<input type="text"/>
Straße/ Street	<input type="text"/>
PLZ, Ort/ Zip, City	<input type="text"/>
Land/ Country	<input type="text"/>

Gerät/ Device	<input type="text"/>
Anzahl/ Quantity	<input type="text"/>
Auftragsnr./ Order No.	<input type="text"/>

Ansprechpartner/ Person in charge

Name/ Name	<input type="text"/>
Abt./ Dept.	<input type="text"/>
Tel./ Phone	<input type="text"/>
E-Mail	<input type="text"/>

Serien-Nr./ Serial No.	<input type="text"/>
Artikel-Nr./ Item No.	<input type="text"/>

Grund der Rücksendung/ Reason for return

- Kalibrierung/ Calibration Modifikation/ Modification
 Reklamation/ Claim Reparatur/ Repair
 Elektroaltgerät/ Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE)
 andere/ other

bitte spezifizieren/ please specify

Ist das Gerät möglicherweise kontaminiert?/ Could the equipment be contaminated?

- Nein, da das Gerät nicht mit gesundheitsgefährdenden Stoffen betrieben wurde./ No, because the device was not operated with hazardous substances.
 Nein, da das Gerät ordnungsgemäß gereinigt und dekontaminiert wurde./ No, because the device has been properly cleaned and decontaminated.
 Ja, kontaminiert mit:/ Yes, contaminated with:



explosiv/
explosive



entzündlich/
flammable



brandfördernd/
oxidizing



komprimierte
Gase/
compressed
gases



ätzend/
caustic



giftig,
Lebensgefahr/
poisonous, risk
of death



gesundheitsge-
fährdend/
harmful to
health



gesund-
heitsschädlich/
health hazard



umweltge-
fährdend/
environmental
hazard

Bitte Sicherheitsdatenblatt beilegen!/ Please enclose safety data sheet!

Das Gerät wurde gespült mit:/ The equipment was purged with:

Diese Erklärung wurde korrekt und vollständig ausgefüllt und von einer dazu befugten Person unterschrieben. Der Versand der (dekontaminierten) Geräte und Komponenten erfolgt gemäß den gesetzlichen Bestimmungen.

Falls die Ware nicht gereinigt, also kontaminiert bei uns eintrifft, muss die Firma Bühler sich vorbehalten, diese durch einen externen Dienstleister reinigen zu lassen und Ihnen dies in Rechnung zu stellen.

Firmenstempel/ Company Sign

This declaration has been filled out correctly and completely, and signed by an authorized person. The dispatch of the (decontaminated) devices and components takes place according to the legal regulations.

Should the goods not arrive clean, but contaminated, Bühler reserves the right, to commission an external service provider to clean the goods and invoice it to your account.

Datum/ Date

rechtsverbindliche Unterschrift/ Legally binding signature



Vermeiden von Veränderung und Beschädigung der einzusendenden Baugruppe

Die Analyse defekter Baugruppen ist ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätssicherung der Firma Bühler Technologies GmbH. Um eine aussagekräftige Analyse zu gewährleisten muss die Ware möglichst unverändert untersucht werden. Es dürfen keine Veränderungen oder weitere Beschädigungen auftreten, die Ursachen verdecken oder eine Analyse unmöglich machen.

Umgang mit elektrostatisch sensiblen Baugruppen

Bei elektronischen Baugruppen kann es sich um elektrostatisch sensible Baugruppen handeln. Es ist darauf zu achten, diese Baugruppen ESD-gerecht zu behandeln. Nach Möglichkeit sollten die Baugruppen an einem ESD-gerechten Arbeitsplatz getauscht werden. Ist dies nicht möglich sollten ESD-gerechte Maßnahmen beim Austausch getroffen werden. Der Transport darf nur in ESD-gerechten Behältnissen durchgeführt werden. Die Verpackung der Baugruppen muss ESD-konform sein. Verwenden Sie nach Möglichkeit die Verpackung des Ersatzteils oder wählen Sie selber eine ESD-gerechte Verpackung.

Einbau von Ersatzteilen

Beachten Sie beim Einbau des Ersatzteils die gleichen Vorgaben wie oben beschrieben. Achten Sie auf die ordnungsgemäße Montage des Bauteils und aller Komponenten. Versetzen Sie vor der Inbetriebnahme die Verkabelung wieder in den ursprünglichen Zustand. Fragen Sie im Zweifel beim Hersteller nach weiteren Informationen.

Einsenden von Elektroaltgeräten zur Entsorgung

Wollen Sie ein von Bühler Technologies GmbH stammendes Elektroprodukt zur fachgerechten Entsorgung einsenden, dann tragen Sie bitte in das Feld der RMA-Nr. „WEEE“ ein. Legen Sie dem Altgerät die vollständig ausgefüllte Dekontaminierungserklärung für den Transport von außen sichtbar bei. Weitere Informationen zur Entsorgung von Elektroaltgeräten finden Sie auf der Webseite unseres Unternehmens.

Avoiding alterations and damage to the components to be returned

Analysing defective assemblies is an essential part of quality assurance at Bühler Technologies GmbH. To ensure conclusive analysis the goods must be inspected unaltered, if possible. Modifications or other damages which may hide the cause or render it impossible to analyse are prohibited.

Handling electrostatically conductive components

Electronic assemblies may be sensitive to static electricity. Be sure to handle these assemblies in an ESD-safe manner. Where possible, the assemblies should be replaced in an ESD-safe location. If unable to do so, take ESD-safe precautions when replacing these. Must be transported in ESD-safe containers. The packaging of the assemblies must be ESD-safe. If possible, use the packaging of the spare part or use ESD-safe packaging.

Fitting of spare parts

Observe the above specifications when installing the spare part. Ensure the part and all components are properly installed. Return the cables to the original state before putting into service. When in doubt, contact the manufacturer for additional information.

Returning old electrical appliances for disposal

If you wish to return an electrical product from Bühler Technologies GmbH for proper disposal, please enter "WEEE" in the RMA number box. Please attach the fully completed decontamination declaration form for transport to the old appliance so that it is visible from the outside. You can find more information on the disposal of old electrical appliances on our company's website.

