



## HySense® CV 100 Öl-Zustandssensor

Bedienungsanleitung

# BEDIENUNGSANLEITUNG

1.	Leistungsmerkmale und Messprinzipien .....	4
1.1	Allgemeines .....	4
1.2	Temperaturmessung .....	4
1.3	Viskositätsmessung .....	4
1.4	Messung der relativen Dielektrizitätszahl .....	5
1.5	Füllstands-Grenzwertgeber .....	5
1.6	Betriebsstundenzähler .....	5
1.7	Datenlogger .....	5
1.8	Automatische Zustandsauswertung .....	5
1.9	Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL) .....	6
1.10	Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Zustandsbeurteilung und RUL-Berechnung .....	6
1.11	Übersicht aller gemessener und abgeleiteter Parameter .....	7
1.12	Kalibration und Überprüfung der Sensorfunktion .....	7
1.13	Übersicht ausgegebener Parameter für einzelne Befehle .....	8
2.	Technische Daten .....	10
2.1	Allgemeine Daten .....	10
2.2	Abmessungen .....	11
3.	Montage .....	12
3.1	Zulässige mechanische Belastungen .....	12
4.	Elektrischer Anschluss .....	13
4.1	Allgemeines und Sicherheitshinweis .....	13
4.2	Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung ohne Lastwiderstand .....	13
4.3.	Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung mit Lastwiderstand .....	14
4.3.1	Lastwiderstand .....	14
4.3.2	Kalibrierung .....	15
5.	Kommunikation .....	16
5.1	Serielle Schnittstelle (RS232) .....	16
5.1.1	Schnittstellenparameter .....	16
5.2	Befehlsliste .....	16
5.2.1	Lesebefehle .....	17
5.2.2	Schreibbefehle .....	18
5.2.3	CRC-Berechnung .....	20
5.3	Terminalprogramm (Beispiel: Microsoft Windows Hyper Terminal) .....	20
5.4	Setzen der analogen Stromausgänge .....	21
5.4.1	Sequentielle Ausgabe der Werte .....	22
5.5	Ausgabetrigger .....	22
5.6	Speichertriggerung .....	22
5.7	Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung .....	22
6.	CAN .....	23
6.1	CAN Kommunikation .....	23
6.2	CANopen .....	23
6.2.1	„CANopen Object Dictionary“ allgemein .....	24
6.2.2	CANopen Communication Objects .....	24
6.2.3	Service Data Object (SDO) .....	25
6.2.4	Process Data Object (PDO) .....	25
6.2.5	PDO Mapping .....	27
6.2.6	„CANopen Object Dictionary“ detailliert .....	28
7.	Inbetriebnahme .....	33
7.1	Inbetriebnahme mit RS232 Schnittstelle .....	33
7.2	Inbetriebnahme mit CAN Schnittstelle .....	33
7.3	Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration .....	34
7.4	Errorbits Aufschlüsselung .....	37
7.5	Lastfaktor einer Anlage .....	38
8.	Bestellnummer und Zubehör .....	40
8.1	Verschleißsensor .....	40
8.2	Zubehör und Ersatzteile .....	40

## **Sicherheits- und Bedienhinweise vor Inbetriebnahme lesen!**

**Hinweis:** Darstellungen entsprechen nicht immer genau dem Original. Durch irrtümlich gemachte Angaben entsteht kein Rechtsanspruch. Konstruktionsänderungen vorbehalten.

Die angegebenen Daten dienen der Produktbeschreibung. Sollten auch Angaben zur Verwendung gemacht werden, stellen diese nur Anwendungsbeispiele und Vorschläge dar. Katalogangaben sind keine zugesicherten Eigenschaften.

Die Angaben entbinden den Verwender nicht von eigenen Beurteilungen und Prüfungen.

Unsere Produkte unterliegen einem natürlichen Verschleiß- und Alterungsprozess.

© Alle Rechte bei Hydrotechnik GmbH, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen.  
Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht verbleibt bei uns.

# 1 LEISTUNGSMERKMALE UND MESSPRINZIPIEN

## 1.1 Allgemeines

Der HySense® CV 100, nachfolgend nur noch CV 100 genannt, dient der Messung und Dokumentation von Veränderungen der Eigenschaften des Hydraulik- und Schmiermediums. Die entsprechenden Messwerte werden kontinuierlich erfasst, gespeichert und können zu jedem Zeitpunkt über eine serielle Schnittstelle bzw. CAN-Bus ausgelesen werden. So können die Ölalterung und weitere Ölveränderungen detektiert werden.

Ferner kann geprüft werden, ob die korrekte Viskositätsklasse eingesetzt wird. Hierdurch können sich anbahnende Schäden bereits im frühen Stadium erkannt oder ganz vermieden werden. Dies bietet die Möglichkeit, durch geeignete Maßnahmen schwerwiegende Maschinenstörungen und Folgeschäden zu vermeiden sowie Wartungs- und Ölwechselintervalle zu verlängern. Durch die Überwachung des Schmiermediums können zudem Ölwechsel und Ölauffrischungen detektiert werden und somit korrekt durchgeführte Anlagenwartungen und der Einsatz der vorgeschriebenen Schmierstoffqualität dokumentiert werden.

Der Sensor erfasst die folgenden drei physikalischen Ölkenngrößen sowie deren zeitlichen Verlauf:

- › Temperatur
- › Viskosität
- › relative Permittivität (Dielektrizitätszahl) des Fluids

Da die Viskosität 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 Ölwechsel oder bei Ölalterung kontinuierlich aktualisiert.

Die einzelnen Messgrößen sowie die weiteren Sensorfunktionen werden im Folgenden näher beschrieben:

## 1.2 Temperaturmessung

Für die Messung der Öltemperatur kommt ein Pt1000 Platin-Widerstandsfühler zum Einsatz. Der Messbereich erstreckt sich von -20°C bis 85°C.

## 1.3 Viskositätsmessung

Unter Viskosität versteht man eine Flüssigkeitseigenschaft, die auf innerer Reibung basiert und Geschwindigkeitsdifferenzen benachbarter Flüssigkeitsteilchen entgegenwirkt. Sie beschreibt, wie zähflüssig das Medium ist und wird daher auch als Zähigkeit bezeichnet.

Die Viskosität ist eine maßgebliche Kenngröße zur Charakterisierung der Schmierfähigkeit von Ölen sowie von Strömungswiderständen und Verlustleistungen in fluidtechnischen Anlagen. Abhängig vom Anlagentyp und dessen Tribostellen ist die Viskosität über den ganzen Betriebstemperaturbereich in festen Grenzen zu halten.

**Generell kann die Viskosität durch folgende Ereignisse verändert werden:**

### *Thermische Oxidation*

Hydrauliköl altert durch Oxidation, d.h. das Öl reagiert mit Sauerstoff. Dieser Alterungsmechanismus kann in der Folge eine Polymerisation des Öles in Form einer Vergrößerung der Ölmoleküle bewirken. Im Extremfall bilden sich Schlamm und harzartige Überzüge an Bauteilen. In diesem Fall führt die Alterung i.d.R. zu einer Zunahme der Viskosität gegenüber den Frischölwerten.

### *Scherung*

Durch Scherung in Reibkontakten kann die Kettenlänge von Ölmolekülen reduziert werden. In diesem Fall führt die Scherung i.d.R. zu einer Abnahme der Viskosität gegenüber den Frischölwerten.

### *Vermischung von Ölen*

Unterschiedliche Frischölytypen können sich zum einen in ihren Viskositätswerten bei einer festgelegten Referenztemperatur (40°C) unterscheiden, zum anderen unterscheiden sich die Temperatur-Viskositätsverläufe. Z.B. gibt es sog. Mehrbereichsöle, die einen möglichst flachen Verlauf der V-T-Kurve aufweisen.

Da die Viskosität stark von der Temperatur abhängig ist, führt der Sensor eine interne Umrechnung auf eine Referenztemperatur von 40°C durch (V40). Als zusätzliche Kenngröße fällt bei dieser Umrechnung die dimensionslose Richtungskonstante m (DIN 51563) an. Die Bestimmung der Viskosität bei einer Referenztemperatur sowie die Richtungskonstante m können somit ein Indiz für ein korrektes oder falsches Öl sein oder auf Ölvermischungen hinweisen.

Ein geringer Wert der Richtungskonstanten m kennzeichnet eine relativ geringe Änderung der Viskosität über der Temperatur und umgekehrt.

Die Messung der Viskosität geschieht elektronisch mit Hilfe eines akustischen Oberflächenwellen-Messwandlers und daher ohne mechanische Verschleißteile.

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass der Oberflächenwellensensor aufgrund seines Messprinzips andere Ergebnisse liefert, als sie mit Ubbelohde-Viskosimetern bestimmt werden.

Ferner ist darauf zu achten, dass der Sensor für eine korrekte Messung frei von Schmutz und Ablagerungen sein muss.

## 1.4 Messung der relativen Permittivität

Die relative Permittivität (rel. Dielektrizitätszahl)  $\epsilon_{oi}$  des Fluids ist ein Maß für dessen Polarität. Grundöle und Additivpakete mit unterschiedlicher Chemie und von verschiedenen Herstellern können sich in ihrer Polarität unterscheiden. Die Polarität des Fluids ist somit ein Merkmal, durch das Ölverwechslungen, Ölvermischungen und Auffrischungen erkannt werden können. Öle ändern ihre Polarität ferner während des Alterungsvorganges. Es ist somit auch möglich, den Alterungsverlauf zu überwachen.

Die Messung der relativen Dielektrizitätszahl  $\epsilon_{oi}$  basiert auf einem kapazitiven, vom Öl benetzten Messwandler. Der Messbereich und die Auflösung können den allgemeinen technischen Daten entnommen werden.

Da die relative Permittivität von der Temperatur abhängig ist, führt der Sensor eine interne Umrechnung auf eine Referenztemperatur von 40 °C durch (P40). Als zusätzliche Kenngröße fällt bei dieser Umrechnung der Temperaturgradient der Kenngröße an (PTG), der – wie oben beschrieben – ebenfalls für die Charakterisierung des Öles herangezogen werden kann.

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

## 1.5 Füllstands-Grenzwertgeber

Mit Hilfe des Sensors kann - bei geeigneter Positionierung des Sensors im Tank/System - ein Unterschreiten eines vorgeschriebenen Öl-Füllstandes detektiert werden. Der Sensor muss hierzu in der Höhe des Grenzfüllstandes platziert werden. Als Maß für die Unterschreitung des Ölpegels dient die relative Permittivität. Sobald der Grenzfüllstand unterschritten wird, fällt die relative Permittivität auf Werte zwischen 1 und 1,8 und unterscheidet sich somit deutlich von Werten, die bei der Benetzung mit Öl gemessen werden.

## 1.6 Betriebsstundenzähler

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

## 1.7 Datenlogger

Der Sensor verfügt über einen Betriebsstundenzähler, der arbeitet, sobald der Sensor an die Spannungsversorgung angeschlossen ist. Somit ist es möglich den gemessenen Kennwerten eine Betriebsstundenzeit zuzuordnen. Der Zeitstempel, die gemessenen Größen, u.a. Temperatur, Viskosität und relative Permittivität sowie die weiteren abgeleiteten Kennwerte werden im Sensor-Ringspeicher abgelegt. Insgesamt können über 7500 Datensätze im Speicher abgelegt werden. Das Speicherintervall kann per Befehl verändert werden.

## 1.8 Automatische Zustandsauswertung

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 Fremdfüssigkeiten
- › Ölwechsel
- › Wechsel auf falschen Öltyp
- › 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 überhaupt zulassen (vgl. Kapitel 2.1).

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

## 1.9 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.

Abbildung 1 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, sobald bestimmte Additive, die Antioxidantien, aufgebraucht sind, beginnt die beschleunigte Ölalterung, die häufig progressiv abläuft. 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.

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.

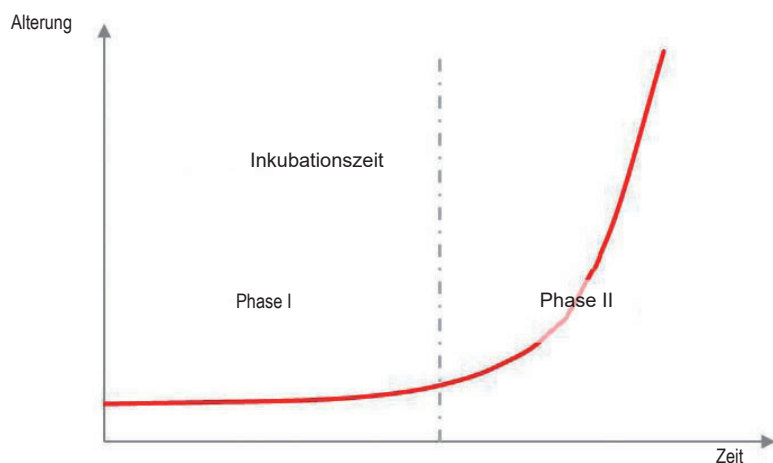


Abbildung 1: Theoretischer Altersverlauf

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.

## 1.10 Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Zustandsbeurteilung und RUL-Berechnung

Für automatische Zustandsbeurteilung sind einige Randbedingungen zu berücksichtigen:

1. Zustandsveränderungen können nur dann erkannt werden, wenn die Informationen in den gemessenen Parametern enthalten sind. Z.B. sind auf Basis der gemessenen Parameter in der Regel keine Aussagen über den Verbrauch von Antioxidantien möglich.
2. Einzelne kritische Veränderungen im Öl können sich im Extremfall überlagern, sodass die resultierende Gesamtänderung diesen Zustand nicht widerspiegelt.
3. Es gibt für die jeweiligen Zustände bzw. Zustandsveränderungen Grenzen der Detektierbarkeit, bei denen die zugrundeliegenden Signaländerungen bzw. Änderungsgradienten nicht erkannt werden.
4. Die automatische Zustandsbeurteilung kann durch Quereinflüsse gestört werden.
5. 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. Starke Einflüsse auf die Ergebnisse hat zudem die Parametrierung.
6. Durch eine rein rechnerische Abschätzung der RUL aus gemessenen Belastungsparametern können spontane Zustandsveränderungen nicht vorhergesagt werden.

## 1.11 Übersicht aller gemessener und abgeleiteter Parameter

Für die Charakterisierung des Ölzustandes werden die bereits oben beschriebenen vier 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
2	Temperatur	T	°C	Öltemperatur
3	Permittivität (rel. Dielektrizitätszahl)	P	-	Polarität der Flüssigkeit. Frischöle unterscheiden sich in P und können somit unterschieden werden. Ferner ändert sich P ggf. während der Ölalterung.
4	Viskosität	V	mm <sup>2</sup> /s	Frischöle unterscheiden sich in V und können somit unterschieden werden. Ferner ändert sich V ggf. während der Ölalterung.

Tabelle 1: Ermittelte Originalkennwerte

Die Ölparameter P und V 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	Erklärung
1	P	PTG	rel. DZ – Temperatur Gradient
2	V	m	Viskosität – Richtungskonstante

Aus den Original-Parametern P und V sowie den ermittelten Temperaturgradienten PTG und m errechnet der Sensor die temperaturkompensierten Parameter P40 und V40.

Die Genauigkeit der Ermittlung von PTG und m sowie die Güte der Temperaturkompensation sind fluidabhängig.

#	Original Parameter	Abgeleitete Kenngröße	Erklärung
1	P	P40	rel. P bei Referenztemperatur von 40 °C
2	V	V40	Viskosität bei Referenztemperatur von 40 °C

Tabelle 2: Abgeleitete Temperaturgradienten

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. 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. Die Sensoren bestimmen hierzu Kurzzeitgradienten, bei denen die Mittelungszeit wenige Stunden beträgt und Langzeitgradienten, bei denen die Mittelungszeit einige hundert bis einige tausend Stunden beträgt.

#	Abgeleitete Kenngröße Kürzel	Original Parameter	Einheit	Erklärung
1	LGP40	P40	1/h	Langzeitgradient von P40
3	SGP40	P40	1/h	Kurzzeitgradient von P40
4	LGV40	V40	(mm <sup>2</sup> /s)/h	Langzeitgradient von V40
6	SGV40	V40	(mm <sup>2</sup> /s)/h	Kurzzeitgradient von V40
7	LGT	T	K/h	Langzeitgradient der Öltemperatur
8	SGT	T	K/h	Kurzzeitgradient der Öltemperatur

Tabelle 3: Temperatur kompensierte Werte

Eine Übersicht aller zur Bewertung herangezogener Parameter ist in Kapitel 14 gegeben.

Abbildung 2 gibt eine grafische Übersicht über das Zusammenspiel der gemessenen Parameter und Algorithmen im Sensor.

## 1.12 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 zwei Jahre eine Überprüfung und Kalibration des Sensors im Labor erfolgen.



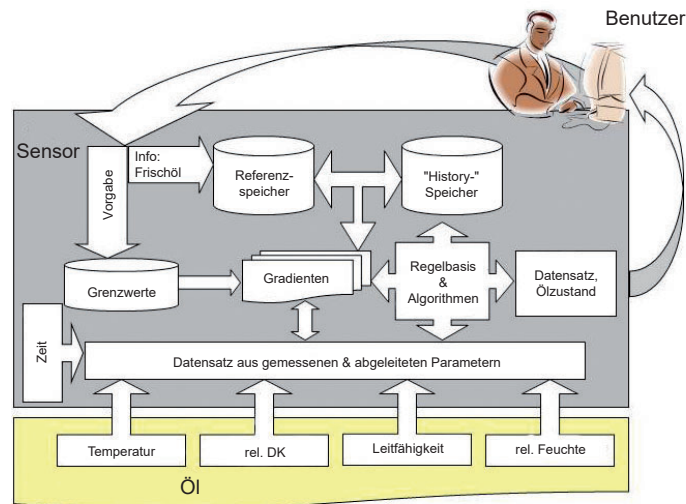


Abbildung 2: Datenabläufe und Zusammenspiel der gemessenen Parameter und Algorithmen im Sensor

### 1.13 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
4	P	-	Relative Permittivität (rel. Dielektrizitätszahl) des Fluids
5	P40	-	Relative Permittivität des Fluids kompensiert auf 40°C Fluidtemperatur
6	V	mm <sup>2</sup> /s	Viskosität des Fluids
7	V40	mm <sup>2</sup> /s	Viskosität des Fluids kompensiert auf 40°C Fluidtemperatur
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	APV40	%	AP auf V40 und gesetzten Grenzwerten basierend
18	fB	-	Temperaturlastfaktor seit Start des Lernvorgangs, bzw. Indikation einer Ölneubefüllung
19	OAge	-	Ölalter, Zeit seit Start des Lernvorgangs, bzw. Indikation einer Ölneubefüllung
20	ERC	-	Zusammenfassung automatisch erkannter Ölzustände

Tabelle 4: Antwort auf den Befehl „RVal“

#	Parametername	Einheit	Erklärung
1	Time	h	Betriebsstundenzähler des Sensors
2	PTG	1/K	Temperaturgradient der relativen Permittivität
3	m	-	Richtungskonstante der kinematischen Viskosität
5	LGP40	1/h	Langzeitgradient von P40
6	LGV40	(mm <sup>2</sup> /s)/h	Langzeitgradient von V40
7	LGT	K/h	Langzeitgradient der Öltemperatur
10	SGP40	1/h	Kurzzeitgradient von P40
11	SGV40	(mm <sup>2</sup> /s)/h	Kurzzeitgradient von V40
12	SGT	K/h	Kurzzeitgradient der Öltemperatur

Tabelle 5: 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 1 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 Sensor bekommen, von dem an die RUL heruntergezählt wird)

Tabelle 6: Antwort auf den Befehl „RCon“

#	Parameter-name	Einheit	Erklärung
1	LimP40%	%	Grenzwert für Ölalterung für P40 in % vom Frischölwert (Standard: 5 %)
2	LimV40%	%	Grenzwert für Ölalterung für V40 in % vom Frischölwert (Standard: 20 %)
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: 60 °C)
5	RULh	h	Referenzwert für die Standzeit des Öls in Stunden (vom Maschinenhersteller vorzugeben)
17	RULfB	-	Referenzwert für die Temperaturbelastung des Öls (vom Maschinenhersteller vorzugeben)

Tabelle 7: Antwort auf den Befehl „Rlim“

#	Parameter-name	Einheit	Erklärung
1	RefStat	-	Zustand des automatischen Lernvorgangs (0: abgeschlossen, 1..30: noch im Gange, > 30: nicht gestartet)
2	RefV40	mm <sup>2</sup> /s	Gelernter Referenzwert der Leitfähigkeit bei 40 °C des Frischöls
3	RefP40	-	Gelernter Referenzwert der relativen Permittivität bei 40 °C des Frischöls
4	Refm	-	Gelernter Referenzwert der Richtungskonstante der kinematischen Viskosität
17	RefPTG	1/K	Gelernter Referenzwert des Temperaturgradienten der relativen Permittivität

Tabelle 8: Antwort auf den Befehl „RORef“

## 2 TECHNISCHE DATEN

### 2.1 Allgemeine Daten

Sensordaten	Größe	Einheit
max. Betriebsdruck	50	bar
Betriebsbedingungen:		
Temperatur <sup>1</sup>	-20...+85	°C
Rel. Feuchtigkeit <sup>1</sup>	0...100	% r.H. (nicht kondensierend)
Kompatible Flüssigkeiten	Mineralöle (H, HL, HLP, HLPD, HVLP) Synthetische Ester (HETG, HEPG, HEES, HEPR) Polyalkylenglykole (PAG) Zink- and aschefreie Öle (ZAF) Polyalphaolefine (PAO)	
Benetzte Materialien	Aluminium, HNBR, Polyurethanharz, Epoxidharz, Chemisch-Nickel/Gold (ENIG), Lötzinn (Sn96,5Ag3Cu0,5NiGe), Aluminiumoxid, Glas (DuPont QQ550), Siliziumkarbid, Siliziumoxid	
Schutzklasse <sup>2</sup>	IP67	
Spannungsversorgung <sup>3</sup>	9...33	V
Stromaufnahme	max. 0,2	A
Ausgang		
Stromausgang (2x) <sup>4</sup>	4...20	mA
Genauigkeit Stromausgang <sup>5</sup>	±2	%
Schnittstellen	RS232/CAN	-
Anschlussmaße		
Gewindeanschluss	G <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	Zoll
Anzugsdrehmoment Gewindeanschluss	45 ±4,5	Nm
Elektrischer Anschluss	M12x1, 8-polig	-
Anzugsdrehmoment M12-Stecker	0,1	Nm
Messbereich		
SAW-Scherviskosität	8...400	mm <sup>2</sup> /s
rel. Dielektrizitätskonstante	1...7	-
Temperatur	-20...+85	°C
Messauflösung		
SAW-Scherviskosität	0,1	mm <sup>2</sup> /s
rel. Dielektrizitätskonstante	1*10 <sup>-3</sup>	-
Temperatur	0,1	K
Messgenauigkeit <sup>6</sup>		
SAW-Scherviskosität (8...100 mm <sup>2</sup> /s) <sup>7</sup>	Typ. < ±5	mm <sup>2</sup> /s
SAW-Scherviskosität (100...400 mm <sup>2</sup> /s) <sup>7</sup>	Typ. < ±5	%
rel. Dielektrizitätskonstante <sup>8</sup>	±0,02	-
Temperatur	±0,5	K
Gewicht	155	g

Tabelle 9: Technische Daten

<sup>1</sup> Außerhalb des spezifizierten Messbereichs sind u.U. keine plausiblen Messwerte zu erwarten

<sup>2</sup> Bei aufgeschraubtem Stecker

<sup>3</sup> Automatische Abschaltung bei U < 8 V und U > 36 V, bei Load-Dump Impulsen über 50V ist ein externer Schutz vorzusehen

<sup>4</sup> Ausgänge IOut1 und IOut2 sind frei konfigurierbar (vgl. Schnittstellen- und Kommunikationsbefehle)

<sup>5</sup> Bezogen auf das analoge Stromsignal (4...20mA)

<sup>6</sup> Werkskalibrierung

<sup>7</sup> Abhängig vom verwendeten Öltyp

<sup>8</sup> Bezogen auf n-Pentan bei 25 °C

## 2.2 Abmessungen

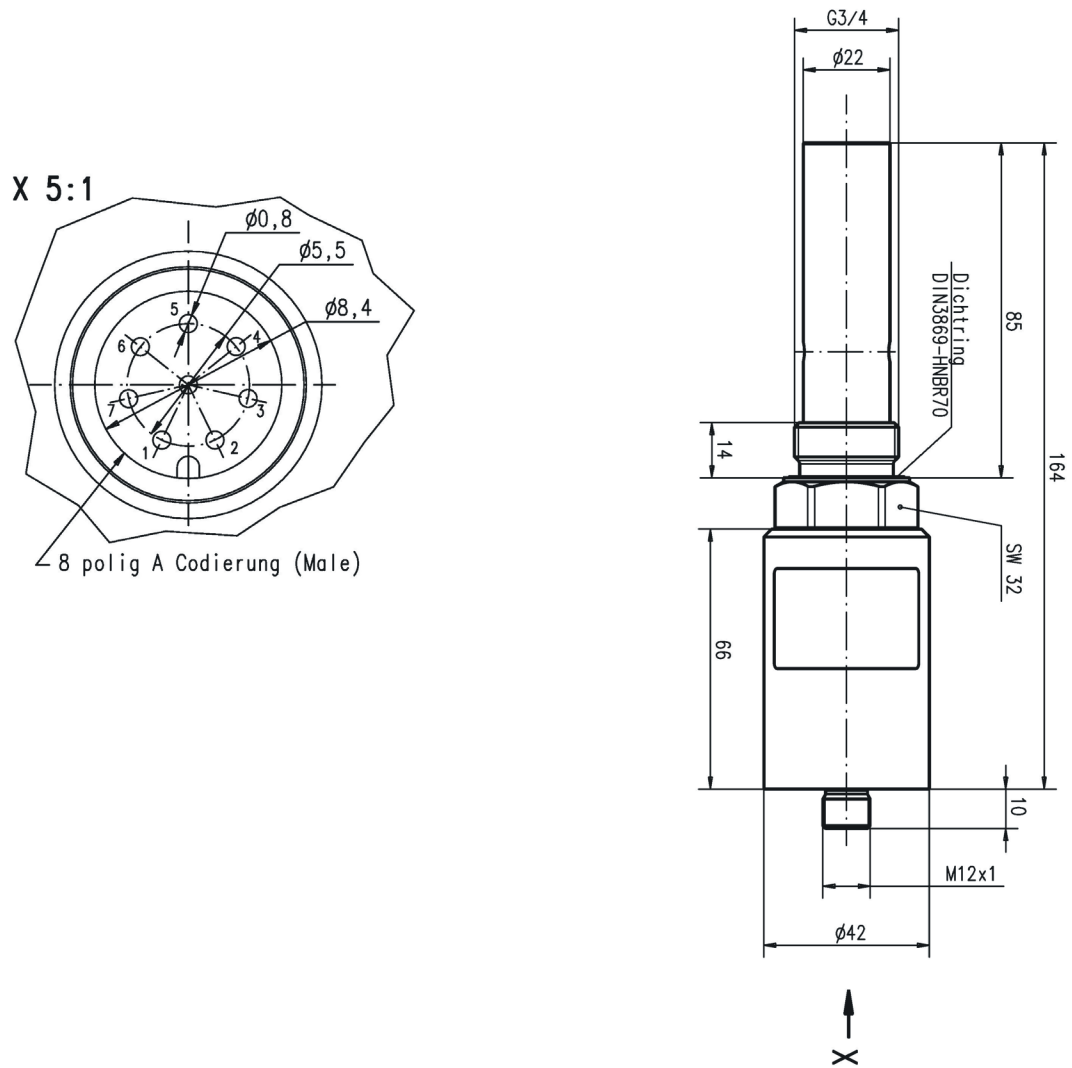


Abbildung 3: Anschlussmaße CV 100

### 3 MONTAGE

Der Sensor ist als Einschraubsensor mit einem 3/4"-Gewinde ausgeführt. Idealerweise wird der Sensor in hydraulischen Kreisläufen im Tank oder in der Rücklaufleitung installiert. Bei Getrieben mit Zwangsspülung kann der Sensor auch in der Spülleitung angeordnet werden. Generell sind bei der Platzierung des Sensors die maximal zulässigen Drücke und Temperaturen zu beachten (vgl. Kapitel 3).

Schrauben Sie den Sensor in eine vorbereitete Aufnahme im Tank oder in die Rücklaufleitung. Die Abdichtung zur Ölseite erfolgt über einen Profil-Dichtring. 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 Nm  $\pm$  4,5 Nm.

Zu Servicezwecken kann der Sensor auch von Hand in das zu messende Medium getaucht werden, wobei die Sensorfläche vollständig benetzt sein muss.

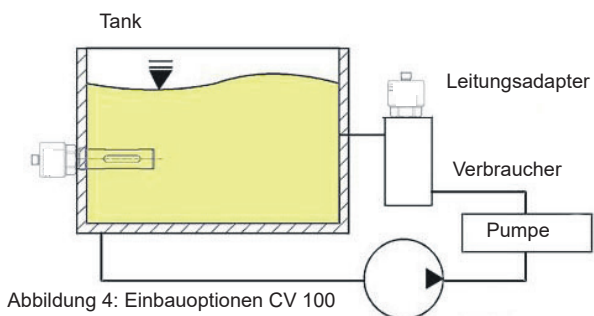


Abbildung 4: Einbauoptionen CV 100

Um eine korrekte Funktion zu gewährleisten, beachten Sie bitte die folgenden Richtlinien bzgl. Einbaulage und -ort des Sensors (vgl. Abbildung 4, Abbildung 5):

- › 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.

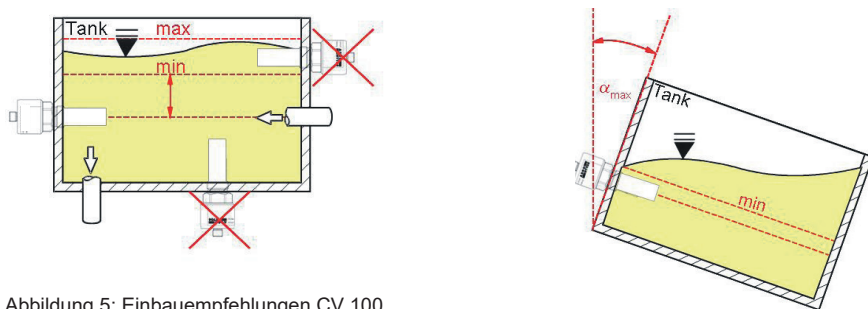


Abbildung 5: Einbauempfehlungen CV 100

#### 3.1 Zulässige mechanische Belastungen

Die zulässigen mechanischen Belastungen für die Sensoren sind in Tabelle 10 aufgeführt.

Belastung	Größe	Einheit
max. Vibration in Längsrichtung	f: 5-9 A: +15	HZ mm
Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 9-200 a: 10	HZ g
max. Vibration in Querrichtung	f: 5-9 A: +15	HZ mm
Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 9-200 a: 10	HZ g

Tabelle 10: Zulässige mechanische Belastungen

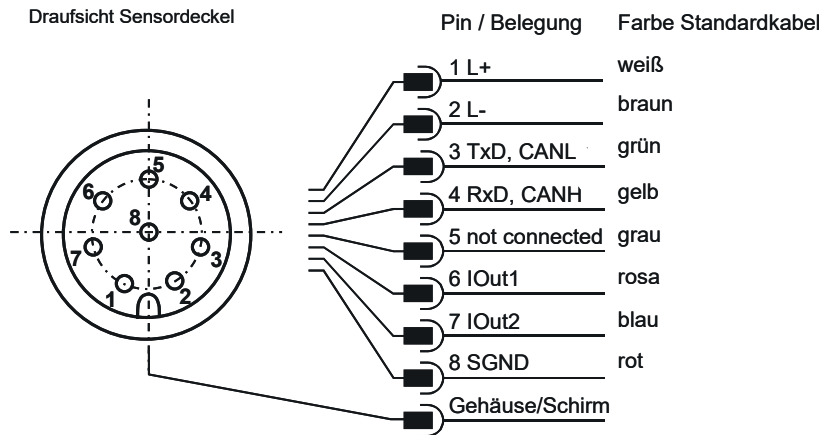
## 4 ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

### 4.1 Allgemeines und Sicherheitshinweis

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:



Die zulässige Betriebsspannung liegt zwischen 9V und 33V DC. Das Sensorkabel ist geschirmt auszuführen. Bitte achten Sie darauf, dass keine Potentialdifferenzen zwischen Sensorgehäuse (bzw. Einbauort / Maschine) und der Masse (Minus-Pol) des Versorgungsnetzteils entstehen, dies kann unter Umständen zu einem Defekt des Sensors führen. Um eventuell auftretende Potentialdifferenzen auszugleichen, muss der Minus-Pol des Netzteils durch eine ausreichend dimensionierte Leitung ( $>2,5\text{mm}^2$ ) mit dem Sensorgehäuse bzw. der Maschine verbunden werden.

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

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

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

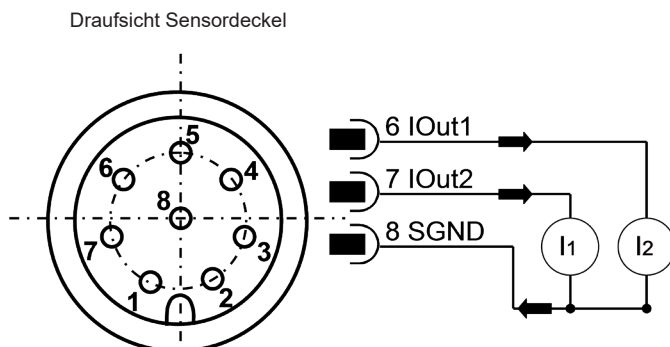


Abbildung 7: Vermessung der analogen 4...20 mA Ausgänge ohne Lastwiderstände

Die Zuordnung des gemessenen Stromwertes zur Kenngröße kann im Kapitel 4.3.2 entnommen werden.

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

Um die Ströme der analogen Stromausgänge messen zu können, muss entsprechend Abbildung 8 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

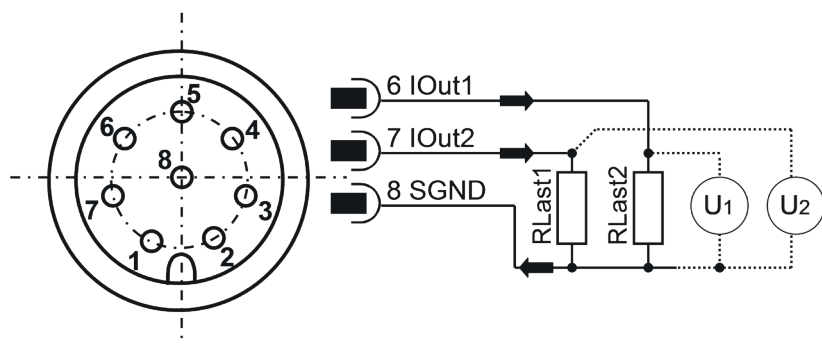


Abbildung 8: Anschluss der Lastwiderstände zur Vermessung der analogen 4...20 mA Ausgänge

Um aus den nun vorliegenden Spannungen den entsprechenden Parameter zu ermittelt, müssen die Spannungen mit den Formeln aus Tabelle 11 entsprechend umgerechnet werden.

Die Standardkonfiguration sieht auf Kanal 1 die Öltemperatur und auf Kanal 2 die Viskosität vor. Eine Änderung der Kanalbelegung ist möglich und ist im Kapitel 5.4 beschrieben.

#### 4.3.1 Lastwiderstand

Der Lastwiderstand kann nicht beliebig gewählt werden. Er muss entsprechend der Versorgungsspannung des Sensors angepasst sein. Der maximale Lastwiderstand kann mit der Formel (1) berechnet werden. Alternativ steht die Tabelle 11 zur Verfügung.

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

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

Tabelle 11: Bestimmung des Lastwiderstandes in Abhängigkeit der Versorgungsspannung

### 4.3.2 Kalibrierung

Ausgabegröße X	Ausgabebereich	Größengleichung	Formel
T in °C	-20 °C...120 °C	$X / °C = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 8750 (°C / A) - 55 °C$	(2)
P; P40	1...5	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 266,67 \left( \frac{1}{A} \right) - 0,3333$ < 4mA: Lernen	(3)
V; V40 in mm <sup>2</sup> /s	8...400 mm <sup>2</sup> /s	$X / \frac{mm^2}{s} = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 26133,33 \left( \frac{mm^2/s}{A} \right) - 122,666$ <5mA: Lernen	(4)
AP in %	0 %...100 %	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 \left( \frac{\%}{A} \right) - 25 \%$	(5)

Tabelle 12: Berechnung der Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

Standardmäßig wird die Temperatur im Bereich zwischen -20 °C und 120 °C und die Viskosität zwischen 8 und 400 mm<sup>2</sup>/s auf den Stromausgängen abgebildet. Diese Grenzen sind fest eingestellt und können nicht verändert werden.

Iout in mA	4	5	12	20
T in °C	-20	-11,25	50	120
P; P40	Lernmodus aktiv	1	2,867	5
V; V40 in mm <sup>2</sup> /s	Lernmodus aktiv	8	190,9	400
AP in %	0	6,25	50	100

Tabelle 13: Skalierung der analogen Stromausgänge



## 5 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 aktiviertem CAN-Bus ausgeliefert. Bei Bedarf kann über den entsprechenden Eintrag im Objektverzeichnis dauerhaft auf die RS232 Schnittstelle umgeschaltet werden. Die Änderung wird nach Neustart des Sensors wirksam.

Des Weiteren ist es möglich, über einen PC mit einem entsprechenden Terminalprogramm in den Kommunikationsmodus RS232 zu gelangen, in dem während des Startvorgangs die Raute Taste (#) gedrückt wird. Der Sensor meldet sich mit seiner ID (bspw. \$HYDROTECHNIK;CV100;SN;000015;0.55.15;CRC:b). Meldet sich der Sensor innerhalb von 10 Sekunden nach Anlegen der Stromversorgung nicht, muss der Vorgang wiederholt werden. Anschließend kann über den Befehl „WCOEN0“ der Sensor in den RS232-Modus dauerhaft gesetzt werden (in Kapitel 5.1 genauer beschrieben).

### 5.1 Serielle Schnittstelle (RS232)

Der Sensor verfügt über eine serielle Schnittstelle, über welche er ausgelesen und konfiguriert werden kann. Dazu wird ein PC und ein entsprechendes Terminalprogramm bzw. eine Auslesesoftware benötigt. Beides wird in den nächsten Kapiteln 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 8824-T7-01.00 (Schnittstellenkabel, 1m), 8808-50-01.03 (Y-Verteiler) und 8812-00-00.36 (Netzteil) erhältlich.

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 (Schnittstellenkonfiguration siehe unten) 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 der RS232-Modus dauerhaft über den Befehl „WCOEN0“ aktiviert werden. Bei Neustart des Sensors wird dann automatisch im RS232-Modus gestartet und obiger Ablauf kann entfallen.

#### 5.1.1 Schnittstellenparameter

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

### 5.2 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.

## 5.2.1 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)	\$HYDROTECHNIK;CV100; SN:xxxx;...;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), vgl. Kapitel 10, Kapitel 1.12	\$Time:x.xxx[h]; PTG:x. xxx[1/K]; m:x. xxx[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];V [mm²/s];... [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), RefV40, RefP40, Refm, RefPTG	\$RefStat:x[-];Ref- V40: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 % LimitV40%: 20 % MaxT: 85 °C MaxTMean: 60 °C RULh: 0h (nicht gesetzt) RULfB: 0 (nicht gesetzt)	\$LimitP40%:x.x[%]; LimitV40%:x[%]; MaxT:x[°C]; MaxTMean:x.x[°C];...; CRC:x[CR][LF]

Tabelle 14: Serielle Kommunikation – Lesebefehle

## 5.2.2 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]
3	SAO1x[CR]	Belegung des ersten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard relative Feuchtigkeit (siehe Kapitel 5.4)	SAO1:x[CR][LF]
4	SAO2x[CR]	Belegung des zweiten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard: Temperatur (siehe Kapitel 5.4)	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	WMemIntr[CR]	Setzt 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]	Setzt 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 Umsetzung beim nächsten Neustart	COID:xxx[CR][LF]
12	WCOHBeatn[CR]	Setzt 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]	Setzt 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 Umsetzung beim nächsten Neustart	TPDOy:n[CR][LF]
14	WTPDOyTypen [CR]	Setzt 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]	Setzt TPDOy-Timer für CANopen-Modus. Wertebereich y: 1..2 Wertebereich n: 0..10000ms, Auflösung: 50ms Wenn n = 0, ist Heart Beat ausgeschaltet Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x1017 TPDO3-Timer ist nicht änderbar und entspricht immer dem TPDO2 Timer Umsetzung beim nächsten Neustart	TPDOyTimer:n[ms] [CR][LF]

Tabelle 15: Serielle Kommunikation – Lesebefehle

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
16	WLimP40%n [CR]	Setzt Grenzwert für erlaubte Änderung P40 gegenüber gelerntem Referenzwert in % Bei Annäherung und Überschreitung der aktuellen P40 Abweichung an diesen Wert werden Warnungen und Alarmer gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 1.0..100.0 % Standardwert <i>n</i> : 5 %	LimP40%:n[%] [CR][LF]
17	WLimV40%n [CR]	Setzt Grenzwert für erlaubte Änderung V40 gegenüber gelerntem Referenzwert in % Bei Annäherung und Überschreitung der aktuellen V40 Abweichung an diesen Wert werden Warnungen und Alarmer gesetzt Wertebereich <i>n</i> : 1.0..1000.0 % Standardwert <i>n</i> : 300 %	LimV40%:n[%] [CR][LF]
18	WLimTn [CR]	Setzt 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:n.n[°C][CR][LF]
19	WLimTmeann [CR]	Setzt 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:n.nn[°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:n[CR][LF]
21	WRULhn [CR]	Eingeben der Referenzstandzeit des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung (vgl. Kapitel 2.9)	RULh:n[CR][LF]
22	WRULfBn [CR]	Eingeben des Referenzlastfaktors des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung (vgl. Kapitel 2.9)	RULfB:n[CR][LF]
23	STrAun[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:n[min][CR][LF]

Tabelle 16: Serielle Kommunikation - Schreibbefehle

Hinweis:

[CR] = [Carriage Return (0xD)]      [LF] = [Linefeed (0xA)]

## 5.2.3 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.

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

Tabelle 17: Beispiel einer Prüfsummenberechnung (CRC)

## 5.3 Terminalprogramm (Beispiel: Microsoft Windows Hyper Terminal)

Ist der Sensor mit einem PC verbunden und wird mit Spannung versorgt, kann mit ihm, unter Benutzung eines beliebigen Terminalprogramms, kommuniziert werden. Im Internet werden verschiedene Terminalprogramme als Freeware angeboten. Die einfachste Möglichkeit besteht darin, das im Lieferumfang von Microsoft Windows enthaltene „HyperTerminal“ zu benutzen. Standardmäßig ist dieses Programm unter Start/Programme/Zubehör/Kommunikation zu finden. Wenn Sie das Programm gestartet haben, erscheinen nacheinander drei Fenster, in denen zunächst ein Name für die Verbindung, ein COM Port und die korrekten Kommunikationsparameter angegeben werden müssen. Die drei Fenster sind in Abbildung 9 bis Abbildung 11 dargestellt.



Abbildung 9: Microsoft Windows Hyper Terminal Vergabe eines Namens für eine neue Verbindung.



Abbildung 10: Microsoft Windows Hyper Terminal - Wahl der Schnittstelle zur Kommunikation. Hier COM Port 1.

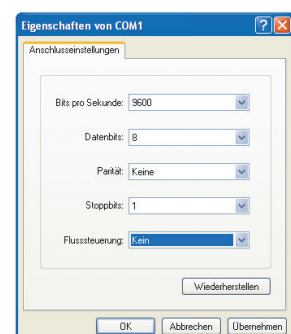


Abbildung 11: Microsoft Windows Hyper Terminal Wahl der Schnittstellenparameter.

In dem nachfolgenden Eingabefenster können die entsprechenden Befehle zum Auslesen oder Konfigurieren eingegeben werden. Die Befehlsliste ist unter Kapitel 5.2 aufgeführt. Beachten Sie hierbei, dass standardmäßig alle Zeichen, welche in das Terminalprogramm über die Tastatur eingegeben werden, nicht auf dem Bildschirm angezeigt werden. Dies kann im Hyper Terminal über die Option „Lokales Echo aktivieren“ geändert werden.

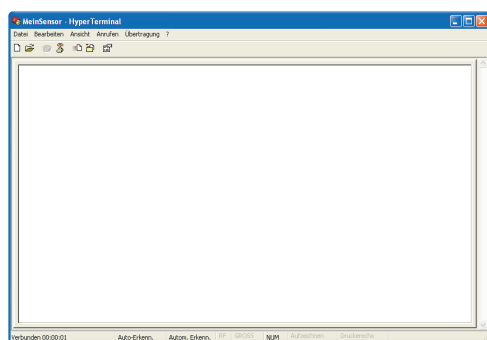


Abbildung 12: Microsoft Windows Hyper Terminal Eingabefenster

## 5.4 Setzen der analogen Stromausgänge

Die beiden analogen Stromausgänge sind ab Werk voreingestellt. Auf Kanal 1 (Pin 6, vgl. Abbildung 6) wird die Temperatur und auf Kanal 2 (Pin 7, vgl. Abbildung 6) die Viskosität ausgegeben. Der Sensor bietet jedoch die Möglichkeit die voreingestellten Ausgabeparameter zu ändern. Der Befehl hierzu lautet: „SAO1x[CR]“ und „SOA2x[CR]“ mit dem entsprechenden Nummernschlüssel x. Tabelle 18 zeigt die möglichen Parameter für die Konfiguration der analogen Ausgänge.

Nummernschlüssel x	Parameter
0	Temperatur (T)
1	Alterungsfortschritt (AP)
2	Relative Dielektrizitätszahl (P)
3	Relative Dielektrizitätszahl bei 40 °C (P40)
4	SAW-Scherviskosität (V)
5	SAW-Scherviskosität bei 40 °C (V40)
30	Alarm 4mA = kein Alarm 20mA = Ölstand zu niedrig (Sensor an Luft) oder gesetzte maximale Öltemperatur überschritten
40	Sequentielle Ausgabe von T, P, V, P40, V40 und AP (siehe Abb. 13)
100	Ausgabe fest auf 4 mA
101	Ausgabe fest auf 12 mA
102	Ausgabe fest auf 20 mA

Tabelle 18: Nummernschlüssel für die Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

### 5.4.1 Sequentielle Ausgabe der Werte

Eine sequentielle Ausgabe der wichtigsten Parameter ist über die analogen Schnittstellen möglich. Der Sensor wird dazu entsprechend der Vorgaben in Tabelle 18 konfiguriert. Der entsprechend konfigurierte Sensor gibt die wichtigsten Parameter auf die in Abbildung 13 dargestellte Weise aus.

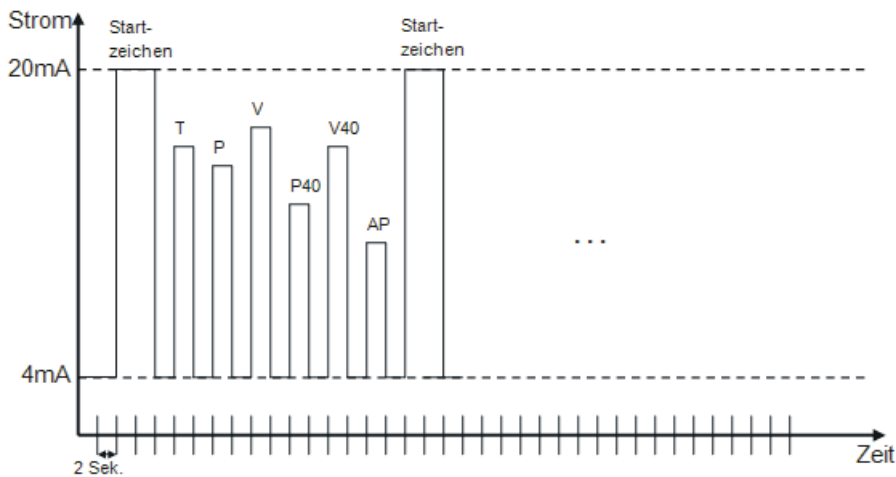


Abbildung 13: Sequentielle Ausgabe der Werte über analoge Schnittstelle

## 5.5 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 5.2 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).

## 5.6 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 Tabelle 8 zusammengefassten Zustände verstanden. Die eventabhängige Speicherung kann mit Hilfe des Befehl „SETrig“ eingestellt werden (vgl. Kapitel 5.2).

## 5.7 Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung

Für die automatische Zustandsbewertung ist der Sensor bereits mit Standardwerten vorkonfiguriert. Sollen einzelne Konfigurationsswerte geändert werden, ist ein Vorgehen empfohlen wie in Tabelle 19 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]

Tabelle 19: 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 Wassereintruch funktioniert weiterhin.

Der 64Bit Hexcode wird durch 16 Hexzahlen dargestellt.  
Die Wertigkeit und Bedeutung der einzelnen Bits ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Die zeitgesteuerte Ausgabe kann per Befehl (vgl. Kapitel 5.5) aktiviert bzw. deaktiviert werden.



## 6 CAN

### 6.1 CAN Kommunikation

Die CAN-Schnittstelle entspricht der „CAN 2.0B Active Specification“. Die Datenpakete entsprechen dem in Abbildung 14 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 (vgl. Tabelle 20).

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

Tabelle 20: Unterstützte Busgeschwindigkeiten bei CANopen Kommunikation und zugehörige Kabellängen

Die elektrischen Parameter der CAN-Schnittstelle sind in Tabelle 7.2 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	-

Tabelle 21: Elektrische Parameter CAN-Schnittstelle



Abbildung 14: CAN Nachrichtenformat

### 6.2 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.

## 6.2.1 „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 Tabelle 22 dargestellt.

CANopen Object Dictionary		
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	- 5FFF	Communication Profile Area (herstellerspezifisch)
6000	- 9FFF	Geräteprofilsspezifische Device Profile Area (z.B. "DSP-401 Device Profile for I/O Modules")
A000	- FFFF	reserviert

Tabelle 22: Allgemeine CANopen Object Dictionary Struktur

## 6.2.2 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 Protokoll 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 Preoperational-Zustand erreicht ist. In diesem Zustand werden vom Sensor nur die Heartbeat-Nachrichten verschickt, falls es entsprechend konfiguriert ist (Punkt A in Abbildung 15).
- 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 (vgl. Punkt B in Abbildung 15).
- 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 Synch-Nachrichten getriggert (vgl. Punkt C in Abbildung 15).

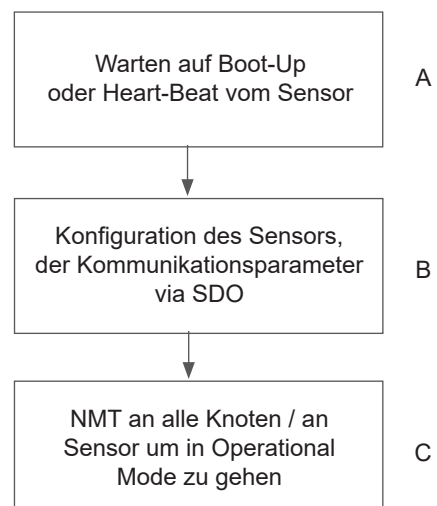


Abbildung 15:  
CANopen Bus Initialisierungsprozess

Je nach Zustand des Sensors stehen verschiedene Dienste des CANopen Protokolls zur Verfügung (vgl. Tabelle 23).

Verfügbarkeit der Dienste in Abhängigkeit des Sensorzustandes				
Com. Object	Initializing	Pre-Operational	Operational	Stopped
PDO			X	
SDO		X	X	
Synch		X	X	
BootUp	X			
NMT		X	X	X

Tabelle 23: Verfügbare CANopen Dienste in verschiedenen Sensorzuständen

### 6.2.3 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-Modell (vgl. Abbildung 16).

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 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 sogenannten fragmentierten oder segmentierten SDO-Transfer.

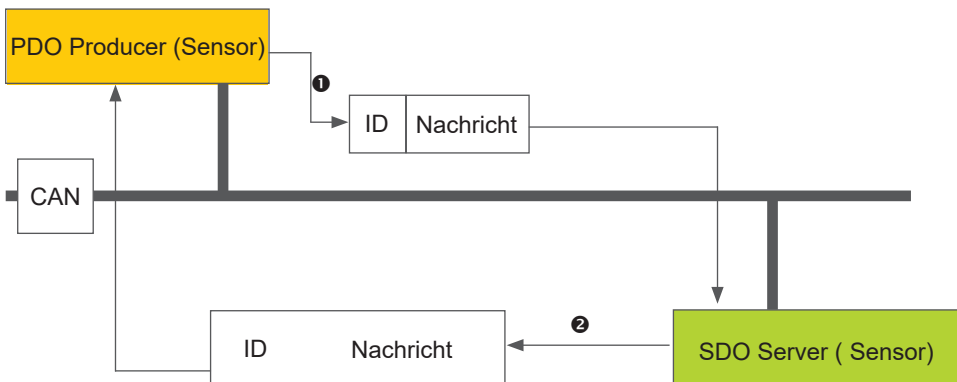


Abbildung 16: SDO Client/Server Beziehung

SDOs sind dazu gedacht den Sensor über Zugriff auf das Objektverzeichnis zu konfigurieren, selten benötigte Daten oder Konfigurationswerte anzufragen oder größere Datenmengen herunter zu laden. 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 Tabelle 24 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				

Tabelle 24: 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“ (vgl. Tabelle 25).

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	0
Nachricht vom Client an Sensor	0x600+ NodeID	0x08	0x40	0x18	02x10	0x01	don't care	don't care	don't care	don't care

Tabelle 25: SDO Downloadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht (vgl. Tabelle 26) in der die Datentyp, Index, Subindex und die Seriennummer des Sensors kodiert sind, hier beispielhaft die Seriennummer 200123 (0x30E15).

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	0
Nachricht vom Sensor an Client	0x580+ NodeID	0x08	0x43	0x18	0x10	0x01	0x15	0x0E	0x03	0x00

Tabelle 26: 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 Schreibenanfrage an den Sensor mit der ID „NodeID“ (vgl. Tabelle 27) 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	0
Nachricht vom Client an Sensor	0x600+ NodeID	0x08	0x2B	0x17	0x10	0x00	0xE8	0x03	0	0

Tabelle 27: SDO Uploadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht (vgl. Tabelle 28) 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	0
Nachricht vom Sensor an Client	0x580+ NodeID	0x08	0x60	0x17	0x10	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Tabelle 28: SDO Uploadantwort durch den Server an den Client

## 6.2.4 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 (vgl. Abbildung 17). 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 SYNC-getriggerten Methode findet die Übertragung als Antwort auf eine SYNC-Nachricht statt (CAN-Nachricht durch einen SYNC-Producer ohne Nutzdaten). Die Antwort mit PDO erfolgt entweder bei jedem empfangenen Synch oder einstellbar alle n-Empfangene SYNC-Nachrichten.

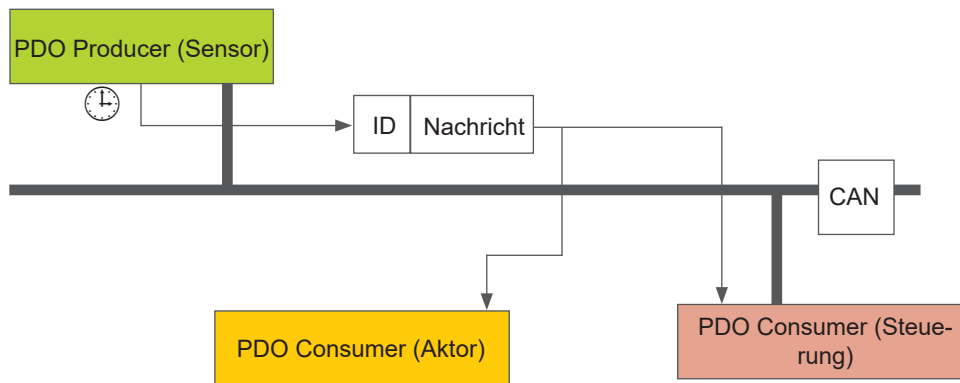


Abbildung 17: PDO Consumer/Producer Beziehung

## 6.2.5 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.

Abbildung 10 zeigt das Prinzip des Mappings von Objekten aus dem OD in ein TPDO, 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 in Abbildung 19 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: MSB

LSB

Index (16 Bit)	Subindex (8 Bit)	Objektlänge in Bit (8 Bit)
----------------	------------------	----------------------------

Abbildung 18: Grundstruktur eines PDO Mappingeintrags

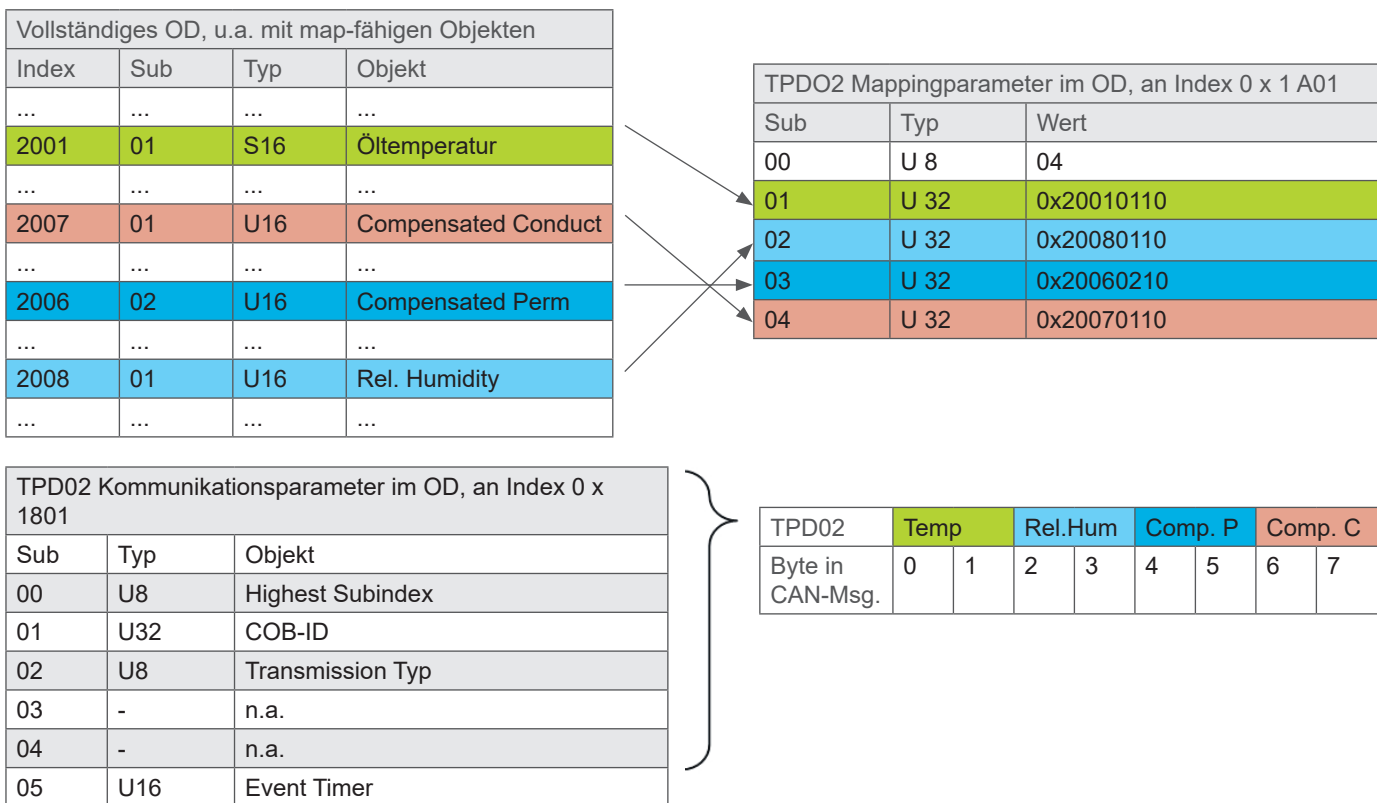


Abbildung 19: Prinzip des Mappings von mehreren OD-Objekten in ein TPDO

Der Sensor unterstützt bestimmte Typen des TPDO (vgl. Tabelle 29), die für die jeweiligen Kommunikationsparameter der TPDOs eingetragen werden können (vgl. Abbildung 19).

Durch Sensor unterstützte TPDO Typen					
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

Tabelle 29: Beschreibung der TPDO Typen

## 6.2.6 „CANopen Object Dictionary“ detailliert

Das vollständige Objektverzeichnis des Sensors ist in Tabelle 30 und Tabelle 31 aufgeführt. In Tabelle 30 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 DS404
1001	0	Error register	U8	ro	00h	mandatory, see DS301
100A	0	Manufacturer Software Version	string	ro	depends current firmware	e.g.: "1.01"
1017	0	Producer heartbeat time	U16	rw	1388h	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	0000001C0	HYDROTECHNIK GMBH
	2	Product Code	U32	ro	200	-
	3	Revision Number	U32	ro	1000	-
	4	Serial Number	U32	ro		Device dependent lower 3 bytes contain the serial number, the top byte is reserved for future use
1800		Transmit PDO1 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 of 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	rw	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 of 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



Communication Profile Area						
Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
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	20070110h	Viscosity
	3	3rd app obj. to be mapped	U32	co	20070210h	Viscosity @ 40 °C
	4	4th app obj. to be mapped	U32	co	20060210h	Permittivity @ 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

Tabelle 30: "Communication Profile Area", kommunikationsbezogenes Objektverzeichnis

Alle öl- und sensorbezogenen Objekte sind im Objektverzeichnis ab Index 2000h platziert und in Tabelle 31 gezeigt. 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 von RUL zu treffen (vgl. Kapitel 1.8, 1.9, 1.10, 7.3).

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		see chapter "1.8 Automatische Zustandsauswertung"
	2	Oil status bits	U16	ro		
	3	Oil information bits	U16	ro		
	4	Oil alarm bits	U16	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 age	U16	ro		Time since 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, see chapter "1.9 Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL)"
	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, see chapter "1.9 Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL)"

Manufacturer-specific Profile Area						
Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
	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 taught 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 taught 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		Viscosity related parameters of the oil	record			
	0	Number of entries	U8	ro	06h	largest sub index
	1	Viscosity	U16	ro		Viscosity, multiplied by 10, 8...400 mm <sup>2</sup> /s
	2	Viscosity, temperature compensated to 40 °C	U16	ro		Viscosity @ 40 °C, multiplied by 10, 8...400 mm <sup>2</sup> /s
	3	Viscosity, deviation from fresh oil value in %	S16	ro		Deviation of V @ 40 °C from taught value in %, multiplied by 100
	4	Threshold for Viscosity, deviation from fresh oil value in %	S16	rw		LimitV40 %, threshold for deviation of V @ 40 °C from taught value in %, multiplied by 100
	5	Aging Progress of Viscosity in %	U16	ro		V @ 40 °C Aging Progress in %, multiplied by 10
	6	Viscosity, fresh oil value	U16	rw		Viscosity of the oil, compensated to 40 °C, multiplied by 10, 8...400 mm <sup>2</sup> /s
2008		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	60	Temperature where an alarm bit is set multiplied by 10, range: 100..1000
200A		Temperature Histogramm	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

Manufacturer-specific Profile Area						
Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
200C		Aging Progress	U16	ro		Aging Progress in % multiplied by 10
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 "SONew"
	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		Node ID 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 history memory (write pointer)
	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

Tabelle 31: "Manufacturer-specific Profile Area", sensorbezogener Teil des CANopen Kommunikationsprofils

## 7. 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 Kapitel 2.1 und Kapitel 3 aufgeführten Randbedingungen eingehalten werden.

### 7.1 Inbetriebnahme mit RS232 Schnittstelle

Nach Anschluss des Sensors an die Spannungsversorgung meldet sich der Sensor über die RS232 automatisch mit seiner Sensor-Identnummer (vgl. Kapitel 5.1).

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 5.2 gegeben. Für eine schnelle Inbetriebnahme folgen Sie bitte den Hinweisen im Kapitel 1.

### 7.2 Inbetriebnahme mit CAN Schnittstelle

Der Sensor wird standardmäßig mit aktivierter CAN-Schnittstelle ausgeliefert. Die Umstellung des Kommunikationsmodus ist in Kapitel 4 beschrieben. Im Auslieferungszustand ist die CANopen-Schnittstelle des Sensors entsprechend der folgenden Tabelle konfiguriert.

Standardkonfiguration CANopen Schnittstelle		
Parameter	Eingestellter Wert	RS232 Befehl
Node-ID	0x78 (dez: 120)	WCOID
CAN Baudrate	250 kBit/s	WCOSpd
Heart Beat - Timer	1000 ms	WHBeat
TPDO1 ID	Node ID + 0x180 = 0x1F8 (dez: 504)	WTPDO1
TPDO2 ID	Node ID + 0x280 = 0x2F8 (dez: 760)	WTPDO2
TPDO3 ID	Node ID + 0x380 = 0x3F8 (dez: 1016)	-
TPDO1 Type	255	WTPDO1 Type
TPDO2 Type	255	WTPDO2 Type
TPDO3 Type	= TPDO2 Type	-
TPDO1 Timer	5000 ms	WTPDO1Timer
TPDO2 Timer	5000 ms	WTPDO2Timer
TPDO3 Timer	= TPDO2 Timer	-
CAN aktiviert	0 (deaktiviert)	WCOEN

Tabelle 32: CANopen Standardkonfiguration

Ein Verfahren wie mit dem Sensor trotz aktivierter CAN-Kommunikation über RS232 Schnittstelle kommuniziert werden kann, ist in Kapitel 4 beschrieben.

### 7.3 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. Folgende Tabelle bietet eine Übersicht über die notwendige Konfiguration des Sensors zu jeweiligem Funktionsumfang.

Notwendige Konfigurationen zum Funktionsempfang	
Funktionsumfang / Szenario	Notwendige Informationen zur Anlage /Konfigurationsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Grundparameter: Temperatur, Viskosität, V40, P, P40</li> <li>› Durchschnittstemperatur, Lastfaktor seit Inbetriebnahme des Sensors</li> <li>› Kurzzeitgradienten</li> <li>› Alarme „Niedriger Ölstand“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Keine weiteren Informationen zur Anlage notwendig</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alarme zu Temperaturüberschreitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Grenzwerte für maximale und durchschnittliche Temperatur müssen an die Anwendung angepasst werden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Kontaminationserkennung mit sonstigen Ölen/Fluiden</li> <li>› Langzeitgradienten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Alterungsfortschritt der Kennwerte (P40 und V40)</li> <li>› Alarme für Alterungsfortschritt der Grenzwerte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden</li> <li>› Grenzwerte für P40 und V40 müssen konfiguriert sein (falls die Standardkonfiguration nicht ausreicht)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Vorhersage für “Remaining Useful Lifetime” des Öls</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden</li> <li>› Grenzwerte für P40 und V40 müssen konfiguriert sein (mehr Informationen vorliegen als durch Standardkonfiguration vorgegeben)</li> <li>› Lastfaktor der Anlage (vgl.: Kapitel 10) und zugehörige Standzeit des Öl müssen bekannt sein</li> </ul>

Tabelle 33: Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration

## 8 FEHLERBEHEBUNG

Fehler	Ursache	Maßnahme
› Keine Sensor-kommunikation 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 Terminal-Programms 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 vorangestelltem Fragezeichen zurück
	Kabel falsch oder defekt	▶ Verwenden Sie möglichst HYDROTECHNIK Datenkabel
	RS232-Schnittstelle ist nicht aktiviert	▶ Aktivieren Sie die RS232-Schnittstelle zeitweise oder dauerhaft.
› Messwerte sind nicht plausibel bzw. Messwerte schwanken	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.
› Fehler bei 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 Sensor-kommunikation 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.
› Fehlmessung der relativen Feuchtigkeit	Kalibrierparameter falsch eingestellt	▶ Die Kalibrierparameter sind ölspezifisch und müssen einprogrammiert werden.
	Messbereich falsch eingestellt	▶ Der Messbereich ist ölspezifisch und muss einprogrammiert werden.

## 9 ANWENDUNGSBEISPIELE

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 Sensorkenngrößen 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. Bei einem Ölwechsel kann, insofern der Sensor während des Ölwechsels betrieben wird, bei Ölablass 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 Ölkenngößen sowie der Auflösung des Sensors ab.</p> <p>Relative Permittivität (DZ): Wird ein Öl mit einer - gegenüber dem aktuell im System vorhandenen Medium - höheren oder niedrigeren relativen DZ 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 DZ 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>
2. Einsatz von korrektem Öl	<p>Der Einsatz vorgeschriebener Schmierstoffe kann anhand der Leitfähigkeit und der relativen DZ 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>
3. Ölalterung	<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 Größe 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 mgKOH/g wird beispielsweise bei Hydraulikölen als Indikator für einen Ölwechsel gesehen.</p> <p>Relative Permittivität (DZ): Die Zunahme an polaren Ölbestandteilen ist mit dem Sensor anhand der relativen DZ 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 DZ festzustellen. Die Änderung wird in der Regel langsam verlaufen. Ist eine Änderung der relativen DZ 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>



## 10 ANHANG

### 10.1 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	-

Block	#	Bit	Typ	Beschreibung	Empfohlener Ampelstatus
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 zulässigem Bereich	-
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	-

Tabelle 36: 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

## 10.2 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 (6) 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,  $T_{\text{Klasse}}$  ist die Durchschnittstemperatur der aktuell betrachteten Klasse und  $T_{\text{Klasse}}$  ist auf 95 °C zu setzen.

$$\beta = \sum_{n=0}^{n=N} \left[ \frac{H_n}{N} \cdot 1,5^{\frac{T_{\text{Klasse}} - T_{\text{max}}}{\Delta T}} \right] \quad (6)$$

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.

## 11 BESTELLNUMMER UND ZUBEHÖR

### 11.1 Viskositätssensor

Teil	Bestellnummer	Bemerkung
CV 100	3402-CV10-G926C0-000	

### 11.2 Zubehör und Ersatzteile

Bestellnummer	Beschreibung	Bemerkung
8812-00-00.36	Netzgerät M12x1; 8 pol Buchse, mit Länder-Steckeradapter	Stromversorgung
8824-T1-02.50	Messkabel M12x1, 2,5m; 8 pin Buchse/ offenes Ende	CAN Verbindungskabel
8824-T6-02.50	Messkabel M12x1, 2,5m; 8 pol Stecker / 8 pol. Buchse	CAN Verbindungskabel MS 4010/ MS 5060+
8808-50-01.03	Y-Verteiler M12 8-pol Buchse, Stecker, Buchse	Erforderlich um Stromversorgung und CAN/ RS232 gleichzeitig zu nutzen
8824-T7-01.00	Schnittstellenkabel M12 Stecker, 1m, 8 pol. auf D-SUB-Buchse, 9 pol	Erforderlich zur Nutzung von serieller Schnittstelle mit Stromversorgung
8824-T2-02.50	CAN Verbindungskabel MS5060 plus M12x1; 2,5m; 8 pol Stecker / 8 pol. Buchse	Einsatz mit Y-Verteiler 8808-50-01.03

**Hydrotechnik GmbH**  
D-65549 Limburg  
Tel.: +49 6431 4004 0  
Email: [info@hydrotechnik.com](mailto:info@hydrotechnik.com)  
[www.hydrotechnik.com](http://www.hydrotechnik.com)

L3402-CV10-G926C0-00