

## Öl-Zustandssensoren - LubCos H<sub>2</sub>O+ II - LubCos Level

SCSO 100-1010 · SCSO 150-1200 · SCSO 150-1375 · SCSO 150-1615



### Sicherheits- und Bedienhinweis

#### Sicherheits- und Bedienhinweise vor Inbetriebnahme lesen

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

**Das Gerät entspricht den CE-Anforderungen, vergleiche Kapitel 13, Seite 47**

# Inhalt

<b>Inhalt</b> .....	<b>2</b>
<b>1. Quick Start</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Leistungsmerkmale und Messprinzipien</b> .....	<b>5</b>
2.1 Allgemein.....	5
2.2 Temperaturmessung .....	5
2.3 Feuchtigkeitsmessung .....	5
2.4 Leitfähigkeitsmessung .....	6
2.5 Messung der relative Permittivität.....	6
2.6 Füllstandsmessung <sup>1</sup> .....	7
2.7 Betriebsstundenzähler .....	7
2.8 Datenlogger .....	7
2.9 Ölzustand.....	7
2.10 Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL).....	7
2.11 Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Ölzustandsbeurteilung und RUL-Berechnung .....	8
2.12 Übersicht aller gemessener und abgeleiteter Parameter .....	9
2.13 Kalibration und Überprüfung der Sensorfunktion .....	11
2.14 Übersicht ausgegebener Parameter für einzelne Befehle .....	11
<b>3. Technische Daten</b> .....	<b>14</b>
3.1 Allgemeine Daten.....	14
3.2 Abmessungen .....	15
<b>4. Montage</b> .....	<b>16</b>
4.1 Zulässige mechanische Belastungen.....	17
<b>5. Elektrischer Anschluss</b> .....	<b>18</b>
5.1 Allgemeines und Sicherheitshinweis .....	18
5.2 Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung ohne Lastwiderstand .....	18
5.3 Analoge Stromausgänge (4..20 mA) - Messung mit Lastwiderstand .....	18
<b>6. Kommunikation</b> .....	<b>21</b>
6.1 Serielle Schnittstelle (RS232) .....	21
6.2 Befehlsliste .....	22
6.3 Terminalprogramm (Beispiel: Microsoft Windows Hyper Terminal).....	25
6.4 TCP/IP-Verbindung .....	26
6.5 Software .....	26
6.6 Setzen der analogen Stromausgänge.....	27
6.7 Sequentielle Ausgabe der Werte.....	28
6.8 Ausgabetriggerung .....	28
6.9 Speichertriggerung.....	28
6.10 Konfiguration für automatische Zustandsbeurteilung.....	29
<b>7. CAN</b> .....	<b>30</b>
7.1 CAN Kommunikation .....	30
7.2 CANopen .....	30
<b>8. Inbetriebnahme</b> .....	<b>40</b>
8.1 Inbetriebnahme mit RS232 Schnittstelle.....	40
8.2 Inbetriebnahme mit CAN Schnittstelle .....	40
8.3 Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration.....	40
<b>9. Fehlerbehebung</b> .....	<b>42</b>

<b>10.</b>	<b>Anwendungsbeispiel .....</b>	<b>44</b>
<b>11.</b>	<b>Zubehör.....</b>	<b>45</b>
<b>12.</b>	<b>Kontaktadresse.....</b>	<b>46</b>
<b>13.</b>	<b>EG-Konfirmitätserklärung.....</b>	<b>47</b>
<b>14.</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>48</b>
14.1	Errorbits Aufschlüsselung .....	48
14.2	Lastfaktor einer Anlage .....	49

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

1. PC/Laptop mit RS232-Anschluss oder alternativ einem USB-Anschluss, der als Messrechner dient
2. Öl-Zustandssensor LubCos
3. Sensorkabel (Bestellnummer: SCSO 100-5030)
4. Netzteil inkl. Kaltgerätestecker (Bestellnummer: SCSO 100-5080)
5. Software LubMonPC<sub>light</sub> oder LubConfig (www.argo-hytos.com)
6. Zusätzlich bei Anschluss über USB: USB-RS232-Umsetzer mit zugehöriger Treibersoftware (Bestellnummer: SCSO 100-5040)

Die Software LubMonPC<sub>light</sub> und LubConfig kann über die Webseite [www.argo-hytos.com](http://www.argo-hytos.com) heruntergeladen werden. Die Komponenten sind wie folgt vorzubereiten:

### A) Softwareinstallation LubMonPC<sub>light</sub>

1. Entpacken Sie die Datei LubMonPC<sub>light</sub>.zip oder LubConfig.zip 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)

2. Schließen Sie nun ihren USB-RS232-Umsetzer an Ihren PC/Laptop an.
3. 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

4. Schließen Sie das Sensorkabel mit dem M12-Stecker an den Sensor an.
5. Schließen Sie den 9pol. D-Sub-Stecker des Kabels an die entsprechende serielle Schnittstelle des USB-RS232-Umsetzers an.
6. Schließen Sie den USB Stecker des USB-RS232-Umsetzers an eine geeignete Schnittstelle Ihres PC / Laptops an.
7. Verbinden Sie das Netzteil und das Sensorkabel.
8. Schließen Sie nun sachgemäß Ihr Netzteil über den Kaltgerätestecker an die Netzspannung an. Ihr Sensor ist nun betriebsbereit.

### D) Sensoranschluss bei Datenerfassung über RS232

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

### E) Start der Software

13. LubMonPC<sub>light</sub> oder LubMonConfig kann durch einen Doppelclick auf die Datei LubMonPC<sub>light</sub>.exe oder LubMonConfig.exe gestartet werden.
14. 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.
15. Bei Verwendung eines USB-RS232-Umsetzers wird ein neuer virtueller COM-Port angelegt. Wählen Sie diesen aus. Ggf. können Sie im Windows-Gerätmanager die Zuordnung des virtuellen COM-Ports überprüfen.
16. 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.

Weitere wichtige Informationen und Hinweise zur Benutzung der vollen Funktionalität des Sensors finden Sie in Kapitel 6.

### 2.1 Allgemein

Der LubCos H<sub>2</sub>O+ II / LubCos Level200 / LubCos Level375 / LubCos Level615 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 Eigenschaftsveränderung 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 Wassereinbrüche 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 Ölkenngößen sowie deren zeitlichen Verlauf:

- › Temperatur
- › relative Feuchtegehalt
- › Leitfähigkeit
- › relative Permittivität des Fluids
- › Füllstand<sup>1</sup>

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.

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

### 2.2 Temperaturmessung

Für die Messung der Öltemperatur kommt ein PT 1000 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.

### 2.3 Feuchtigkeitsmessung

Die Messung der relativen Feuchtigkeit (Formelzeichen:  $\varphi$ ) 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.

#### 2.3.1 Relative Feuchtigkeit

Unter der relativen Feuchtigkeit  $\varphi$  versteht man das Verhältnis der tatsächlich im Öl enthaltenen ( $\rho_w$ ) 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.

<sup>1</sup> Nur bei LubCos Level200, Level375 und Level615

### 2.3.2 Absolute Feuchtigkeit

Die absolute Feuchtigkeit ist kein physikalisch gemessener Wert. Sie wird aus der relativen Feuchtigkeit  $\varphi$  und der Sättigungsgrenze  $\rho_{W,max}$  gemäß folgender Formel (3-2) bestimmt.

$$\rho_w = \frac{\varphi \cdot \rho_{W,max}}{100\%} \quad (3-2)$$

Die Sättigungsgrenze  $\rho_{W,max}$  ist vom Öltyp und der Temperatur abhängig und muss im Labor ermittelt werden. Wenden Sie sich hierzu bitte an den ARGO-HYTOS Service.

### 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<sup>1</sup>, 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.

### 2.5 Messung der relative Permittivität

Die relative Permittivität  $\epsilon_{ol}$  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 Querbeflussbeeinflussung unterliegen.

<sup>1</sup> Höhere Leitfähigkeit des Öls wirkt sich negativ auf die Genauigkeit der Messung aus.

## 2.6 Füllstandsmessung<sup>1</sup>

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.

## 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.

## 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 (vgl. Kapitel 6.8). Insgesamt können über 6000 Datensätze im Speicher abgelegt werden.

## 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 Fremdfüssigkeiten
- › 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 (vgl. Kapitel 2.1).

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

## 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.

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 (Phase 1), bzw. sobald bestimmte Additive, wie z.B. die Antioxidantien, aufgebraucht sind, beginnt die beschleunigte Ölalterung, die häufig progressiv abläuft (Phase 2).

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 ARGO-HYTOS-Service.

<sup>1</sup> Nur bei LubCos Level200, Level375 und Level615

*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.

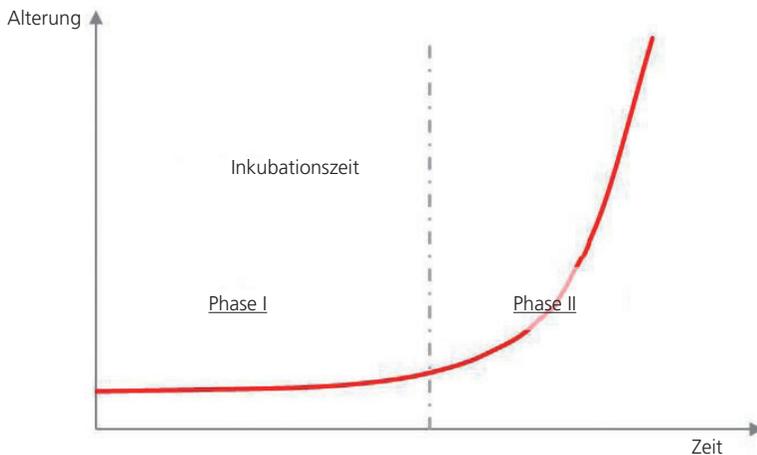


Abbildung 1: Theoretischer Alterungsverlauf

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 ARGO-HYTOS-Service.

## 2.11 Gültigkeitsbereich und Rahmenbedingungen der automatischen Ölzustandsbeurteilung und RUL-Berechnung

Für eine automatische Zustandsbeurteilung sind einige Randbedingungen zu berücksichtigen:

- › 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.
- › Einzelne kritische Veränderungen im Öl können sich im Extremfall überlagern, so dass 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.

## 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%
6 <sup>1</sup>	Füllstand	L	%	Füllstand zwischen 0 und 100

Tabelle 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

Tabelle 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	RH20 <sup>2</sup>	rel. Ölfeuchte kompensiert auf 20 °C Öltemperatur

Tabelle 3: Temperaturkompensierte Kennwerte

<sup>1</sup> Nur bei LubCos Level200, Level375 und Level615

<sup>2</sup> 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 <sub>2</sub> O

Tabelle 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 14 gegeben.

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

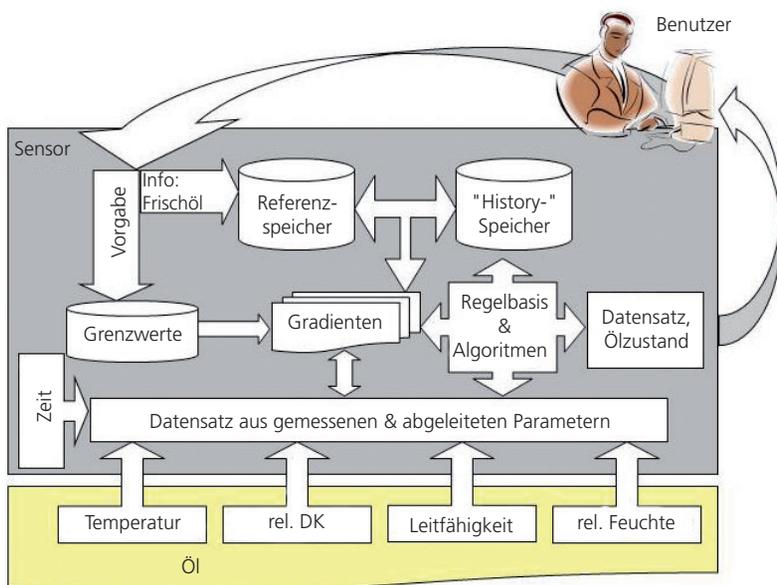


Abbildung 2: Datenabläufe und Zusammenspiel der gemessenen Parameter und Algorithmen im Sensor

### 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.

### 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

Tabelle 5: Antwort auf den Befehl "RVal"

#	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 <sub>2</sub> O

Tabelle 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 vorhergehendes Sensor bekommen, von dem an die RUL heruntergezählt wird)

Tabelle 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)

Tabelle 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

Tabelle 9: Antwort auf den Befehl "RORef"

### 3. Technische Daten

#### 3.1 Allgemeine Daten

Sensordaten	Größe	Einheit
<b>max. Betriebsdruck</b>	50	bar
<b>Betriebsbedingungen:</b>		
Temperatur <sup>1</sup>	-20...+85	°C
Rel. Feuchtigkeit <sup>1</sup>	0...100	% r. H. (nicht kondensierend)
<b>Kompatible Flüssigkeiten</b>	Mineralöle (H, HL, HLP, HLPD, HVLP) Synthetische Ester (HETG, HEPG, HEES, HEPR) Polyalkylenglykole (PAG) Zink- and aschefreie Öle (ZAF) Polyalphaolefine (PAO)	
<b>Benetzte Materialien</b>	Aluminium, HNBR, Polyurethanharz, Epoxidharz, Chemisch-Nickel/Gold (ENIG), Lötzinn (Sn96,5Ag3Cu0,5NiGe), Aluminiumoxid, Glas (DuPont QQ550), Gold, Silber-Palladium	
<b>Schutzklasse<sup>2</sup></b>	IP67	
<b>Spannungsversorgung<sup>3</sup></b>	9...33	V
<b>Stromaufnahme</b>	max. 0,2	A
<b>Ausgang</b>		
Stromausgang (2x) <sup>4</sup>	4...20	mA
Genauigkeit Stromausgang <sup>5</sup>	±2	%
Schnittstellen	RS232/CAN	-
<b>Anschlussmaße</b>		
Gewindeanschluss	G $\frac{3}{4}$	Zoll
Anzugsdrehmoment Gewindeanschluss	45±4,5	Nm
Elektrischer Anschluss	M12x1, 8-polig	-
Anzugsdrehmoment M12-Stecker	0,1	Nm
<b>Messbereich</b>		
rel. Dielektrizitätskonstante	1...7	-
rel. Feuchte	0...100	%r.H.
Leitfähigkeit	100...800000	pS/m
Temperatur	-20...+85	°C
Füllstand	115/288/515	mm
<b>Messauflösung</b>		
rel. Dielektrizitätskonstante	1 * 10 <sup>-4</sup>	-
rel. Feuchte	0,1	%r.H.
Leitfähigkeit	1	pS/m
Temperatur	0,1	K
Füllstand	0,1	%
<b>Messgenauigkeit<sup>6</sup></b>		
rel. Dielektrizitätskonstante <sup>7</sup>	±0,015	-
rel. Feuchtigkeit (10...90%) <sup>8</sup>	±3	%r.H.
rel. Feuchtigkeit (<10%, >90%) <sup>8</sup>	±5	%r.H.
Leitfähigkeit (100...2000pS/m)	±200	pS/m
Leitfähigkeit (2000...800000pS/m)	Typ <±10	%
Temperatur	±2	K
<b>Füllstand</b>	Typ <±5	%
<b>Reaktionszeit Feuchtemessung (0 auf 100 %)</b>	<10	min
<b>Gewicht</b>	170/210/250	g

<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> Bezogen auf n-Pentan bei 25 °C

<sup>8</sup> Kalibriert an Luft bei Raumtemperatur

### 3.2 Abmessungen

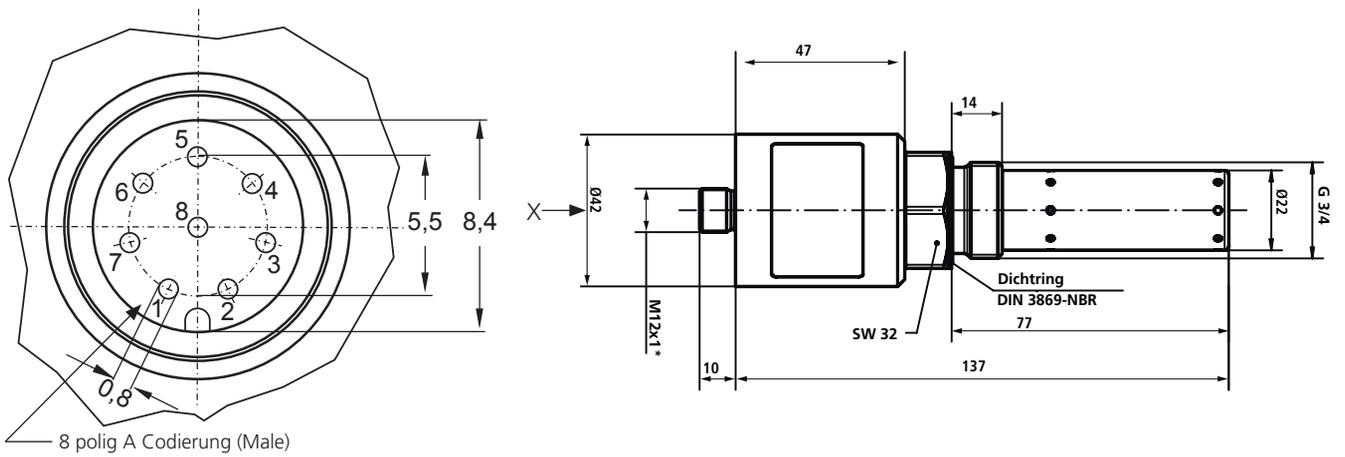


Abbildung 3: Anschlussmaße LubCos H<sub>2</sub>O+II

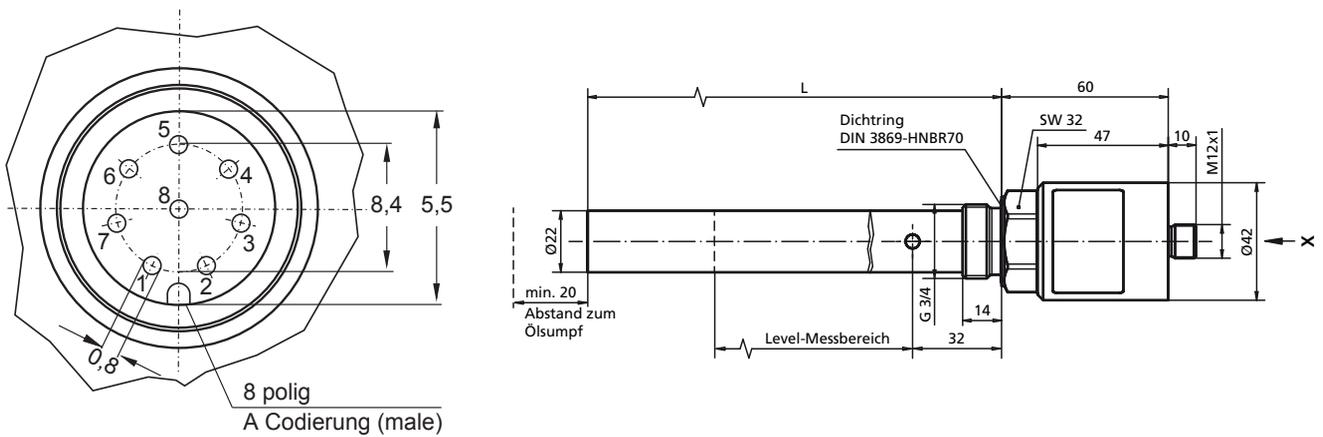


Abbildung 4: Anschlussmaße LubCos Level 200/375/615

LubCos Level200: L = 200 mm, Level-Meßbereich = 115 mm

LubCos Level375: L = 375 mm, Level-Meßbereich = 288 mm

LubCos Level615: L = 615 mm, Level-Meßbereich = 515 mm

## 4. 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 H<sub>2</sub>O+ II Sensor 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 H<sub>2</sub>O+ II sollte sich immer im Öl befinden. 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. 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  $45 \text{ Nm} \pm 4,5 \text{ Nm}$ .

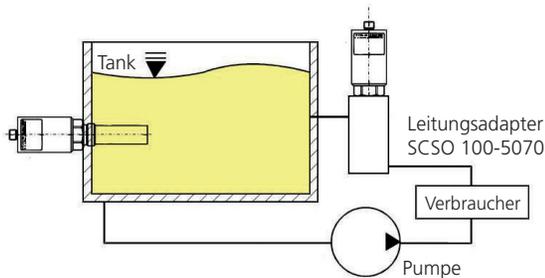


Abbildung 5: Einbauoptionen LubCos H<sub>2</sub>O+II

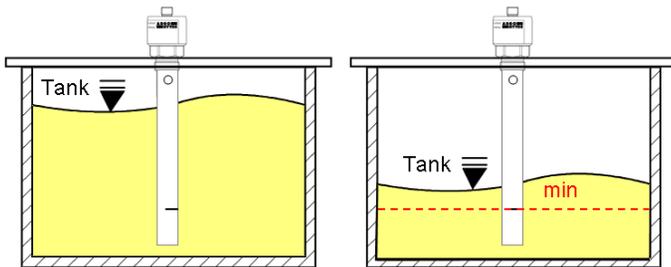


Abbildung 6: Einbauoptionen LubCos Level 200/375/615

Um eine korrekte Funktion zu gewährleisten, beachten Sie bitte die folgenden Richtlinien bzgl. Einbaulage und -ort des Sensors (vgl.:Abbildung 5, Abbildung 6, Abbildung 7):

- › 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.

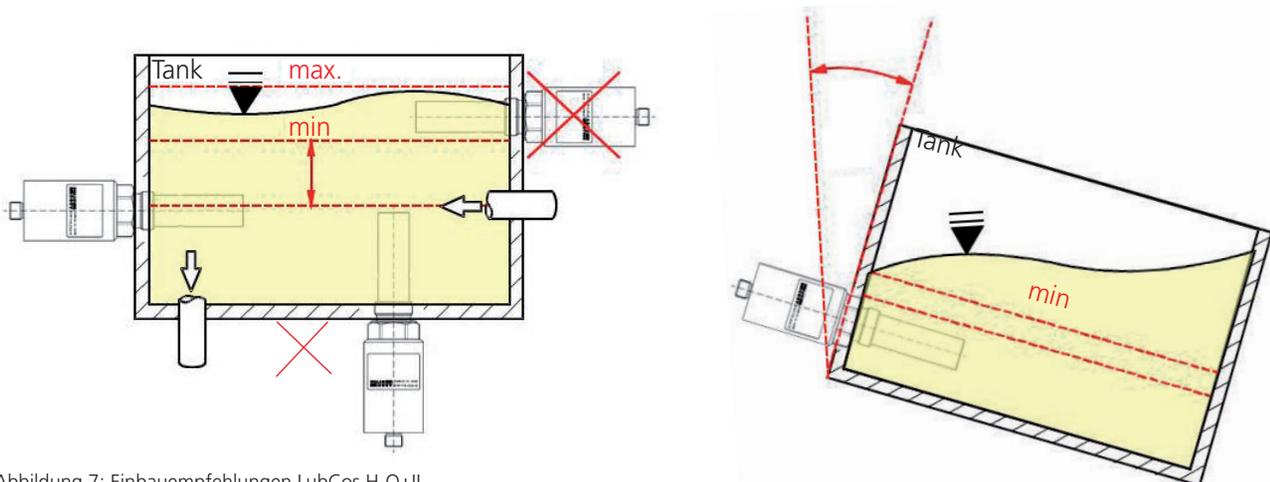


Abbildung 7: Einbauempfehlungen LubCos H<sub>2</sub>O+II

#### 4.1 Zulässige mechanische Belastungen

Die zulässigen mechanischen Belastungen für die Sensoren sind in Tabelle 10 aufgeführt. Bei Überschreitung der Vibrationsfestigkeit der Level-Sensoren ist eine zusätzliche mechanische Stabilisierung am unteren Ende des Sensors vorzusehen.

Belastung	Größe	Einheit
<b>max. Vibration in Längsrichtung</b> H <sub>2</sub> O+ II, Level200, Level375, Level615 Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 5 - 9 A: +-15	HZ mm
	f: 9 - 200 a: 10	HZ g
<b>max. Vibration in Querrichtung</b> H <sub>2</sub> O+ II Prüfung angelehnt an DIN EN 60068-2-6	f: 5 – 9 A: +- 15	HZ mm
	f: 9 - 200 a: 10	HZ g
<b>max. Vibration in Querrichtung</b> Level 200/375/615	Nicht spezifiziert <sup>1</sup>	-

Tabelle 10: Zulässige mechanische Belastungen

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

## 5. Elektrischer Anschluss

### 5.1 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:

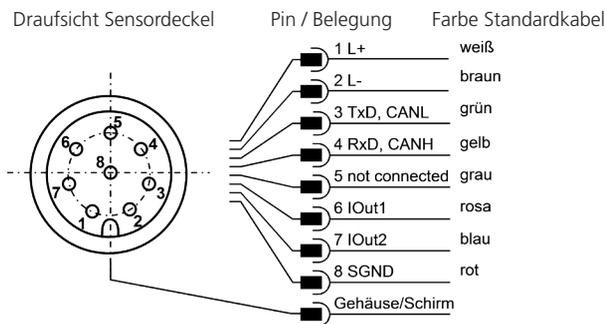


Abbildung 8: Pinbelegung Sensorstecker

Die zulässige Betriebsspannung liegt zwischen 9V und 33V 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.

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

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

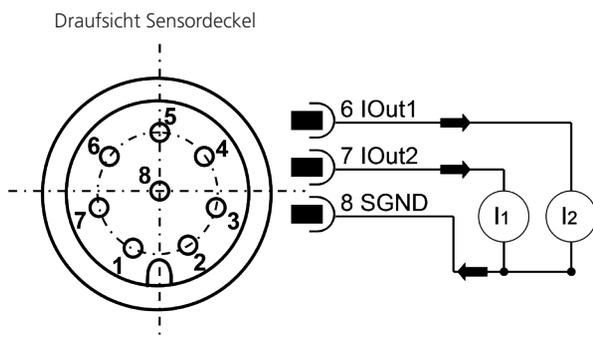


Abbildung 9: Vermessung der analogen 4..20 mA Ausgänge ohne Lastwiderstände

Die Zuordnung des gemessenen Stromwertes zur Kenngröße kann im Kapitel 5.3.2 entnommen werden.

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

Um die Ströme der analogen Stromausgänge messen zu können, muss entsprechend Abbildung 10 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.

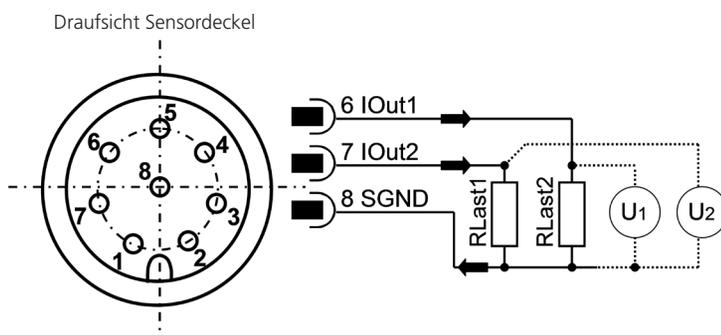


Abbildung 10: Anschluss der Lastwiderstände zur Vermessung der analogen 4..20 mA Ausgänge.

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 6.6 beschrieben.

### 5.3.1 Lastwiderstand

Der Lastwiderstand kann nicht beliebig gewählt werden. Er muss entsprechend der Versorgungsspannung des Sensors angepasst sein. Der maximale Lastwiderstand kann mit der Formel (6-1) berechnet werden. Alternativ steht die Tabelle 11 zur Verfügung.

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

R <sub>max</sub> in Ω	U <sub>Versorgung</sub> in V
25	9
50	10
100	12
150	14
200	16

Tabelle 11: Bestimmung des Lastwiderstandes in Abhängigkeit der Versorgungsspannung

### 5.3.2 Kalibrierung

Ausgabegröße X	Ausgabebereich	Größengleichung	Formel
T in °C	-20°C...120°C	$X / ^\circ\text{C} = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 8750 (\text{°C} / \text{A}) - 55^\circ\text{C}$	(6-2)
RH in %	0%...100%	$X / \% = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 (\% / \text{A}) - 25\%$	(6-3)
H2O; H40 in %	0%...100%	$X / \% = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6666,67 (\% / \text{A}) - 33,33\%$ 4mA: Lernen	(6-4)
AH in ppm	0ppm...AHScI	$X / \text{ppm} = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot \frac{\text{AHScI} / \text{ppm}}{16 \cdot 10^{-3} \text{A}} - \frac{\text{AHScI} / \text{ppm}}{4}$	(6-5)
P; P40	1...5	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 266,67 \left(\frac{1}{\text{A}}\right) - 0,3333$ < 5mA: Lernen oder Sensor teilweise an Luft	(6-6)
C; C40 in pS/m	100pS/m... 1000100 pS/m	$X / \text{pS}/\text{m} = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6,667 \cdot 10^7 \left(\frac{\text{pS}}{\text{A}}\right) - 333233 \frac{\text{pS}}{\text{m}}$ <5mA: Lernen	(6-7)
AP in %	0%...100%	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 \left(\frac{\%}{\text{A}}\right) - 25\%$	(6-8)
L in %	0%...100%	$X = \frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 6250 \left(\frac{\%}{\text{A}}\right) - 25\%$	(6-9) <sup>1</sup>
log(C); log(C40) in pS/ m	1pS/m...1000000 pS/m	$X / \text{pS}/\text{m} = 10^{\left(\frac{U/V}{R/\Omega} \cdot 375 \left(\frac{\text{pS}}{\text{A}}\right) - 1,5 \log \left(\frac{\text{pS}}{\text{m}}\right)\right)}$	(6-10) <sup>2</sup>

Tabelle 12: Berechnung des Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

<sup>1</sup> Nur bei Level-Sensoren

<sup>2</sup> Ab Firmwareversion 1.21.12 verfügbar

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 (siehe Tabelle 13). 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 ARGO-HYTOS Service. Die Skalierung der Stromausgänge ist linear.

<b>Iout in mA</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>20</b>
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

Tabelle 13: Skalierung der analogen Stromausgänge

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 7.2 Schreibbefehle, 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<sup>1</sup> von ARGO-HYTOS GMBH zur Verfügung gestellte Software (LubMonPCLight, LubMonConfig) 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 (vgl. Kapitel 7.2), 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 (vgl. Kapitel 6.1) angeschlossen und während des Startvorgangs muss die Raute Taste (#) gedrückt gehalten werden, bis sich der Sensor mit seiner ID meldet (beispielsweise \$ARGO-HYTOS;LubCosH2O+; SN:200710;SW:1.12.12;CRC:b). Meldet sich der Sensor innerhalb von 10 Sekunden nach Anlegen der Stromversorgung nicht, muss der Vorgang wiederholt werden.

### 6.1 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 SCSO 100 5020 oder SCSO 100 5030 (vgl. Kapitel 11) erhältlich. Sollte der Rechner über keinen serienmäßigen COM-Port verfügen, so besteht die Möglichkeit, serielle Schnittstellenkarten oder USB-Seriell-Umsetzer, SCSO 100 5040 (vgl. Kapitel 11), 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 (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 gesendet Zeichen, so geht er in den Kommunikationsmodus über RS232. Hier kann per Befehl (siehe unten) der RS232-Modus dauerhaft aktiviert werden. Bei Neustart des Sensors wird dann automatisch im RS232-Modus gestartet und obiger Ablauf kann entfallen.

#### 6.1.1 Schnittstellenparameter

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

<sup>1</sup> www.argo-hytos.com

## 6.2 Befehlsliste

Im Folgenden sind alle Schnittstellenbefehle zur Kommunikation mit dem Sensor aufgeführt. Diese können mit einem Terminalprogramm, wie z.B. dem Microsoft Windows Hyper Terminal, an den Sensor übergeben werden.

### 6.2.1 Lesebefehle

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
1	RVal[CR]	Lesen aller Messwerte mit anschließender Checksumme (CRC), vgl. Kapitel 14, Kapitel 2.12	\$ Time:x.xxx[h];T:xx.x[°C]; ...;CRC:x[CR][LF]
2	RID[CR]	Lesen der Identifikation mit anschließender Checksumme (CRC)	\$ARGO-HYTOS;LubCosH2O+; 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), vgl. Kapitel 14, Kapitel 2.12	\$Time:x.xxx[h]; PTG:x.xxx[1/K]; CTG: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];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 Alarmer 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 % <sup>1</sup> LMin: 20 % <sup>1</sup>	\$LimitP40%:x.x[%]; LimitC40%:x[%]; MaxT:x[°C]; MaxTMean:x.x[°C];... ;CRC:x[CR][LF]

Tabelle 14: Serielle Kommunikation - Lesebefehle

<sup>1</sup> nur bei Level-Sensoren

## 6.2.2 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	WAHScIxxxx[CR]	Setzen des Limits der absoluten Feuchtigkeit. Dieser Wert ist entscheidend für die Skalierung bei der Ausgabe über die 4..20 mA Schnittstelle.	AHScI:xxxx[CR][LF]
3	SAO1x[CR]	Belegung des ersten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard relative Feuchtigkeit (siehe Kapitel 6.6)	SAO1:x[CR][LF]
4	SAO2x[CR]	Belegung des zweiten Stromausganges mit einem entsprechenden Messwert. Standard: Temperatur (siehe Kapitel 6.6)	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 <i>n</i> Minuten Wertebereich <i>n</i> : 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. <i>x</i> = 0: CAN deaktiviert, <i>x</i> = 1: CAN aktiviert Umsetzung beim nächsten Neustart	COEN:x[CR][LF]
10	WCOSpdx[CR]	Setzt die Baudrate der CAN Schnittstelle <i>x</i> = 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	WCODx[CR]	Setze die Node-ID für CANopen-Modus. Wertebereich <i>x</i> : 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 <i>x</i> : 0..10000ms, Auflösung: 50ms Wenn <i>n</i> = 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 <i>y</i> : 1..2 Wertebereich <i>n</i> : 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-ID <sup>1</sup> 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 <i>y</i> : 1..2 Wertebereich <i>n</i> : 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]

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
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 Entspricht SDO-Eintrag Index: 0x1017 TPDO3- und TPDO4 <sup>1</sup> -Timer ist nicht änderbar und entspricht immer dem TPDO2 Timer Umsetzung beim nächsten Neustart	TPDOyTimer:n[ms] [CR][LF]
16	WLimP40%n [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 n: 1.0..100.0% Standardwert n: 5 %	LimP40%:n[%] [CR][LF]
17	WLimC40%n [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 n: 1.0..1000.0% Standardwert n: 300 %	LimC40%:n[%] [CR][LF]
18	WLimTn [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte Maximaltemperatur Bei Überschreitung des Grenzwerts wird Alarm gesetzt Wertebereich n: 20.0..120.0 °C Standardwert n: 80 °C	LimT: n.n[°C][CR][LF]
19	WLimTmeann [CR]	Setze Grenzwert für erlaubte maximale Durchschnittstemperatur Bei Überschreitung des Grenzwerts wird Alarm gesetzt Wertebereich n: 20.0..120.0 °C Standardwert n: 60 °C	LimT:n.nn[°C][CR][LF]
20	SETrign [CR]	Schaltet eventgetriggerte Speicherung von Messwerten aus (n = 0) oder an (n = 1) Wertebereich n: 0..1 Standardwert n: 0	MemETrig:n[CR][LF]
21	WRULhn [CR]	Eingeben der Referenzstandzeit des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung (vgl. Kapitel 2.10)	RULh:n[CR][LF]
22	WRULfBn [CR]	Eingeben des Referenzlastfaktors des aktuellen Öls für Temperaturbasierte RUL-Berechnung (vgl. Kapitel 2.10)	RULfB:n[CR][LF]
23	STrAun[CR]	Schaltet automatische Übertragung von Messwerten aus (n = 0) oder an (n = 1..60), alle n Minuten, Übertragung entspricht der Antwort auf Befehl RVal Wertebereich n: 0..60 Standardwert n: 0	TrAu:n[min][CR][LF]
24	WLMaxn <sup>1</sup>	Setze maximal erlaubten Füllstand in % Bei Überschreitung dieses Grenzwertes wird ein Alarm gesetzt Wertebereich n: 0 ... 100 % Standardwert n: 90 %	LMax: n[%] [CR][LF]
25	WLMinn <sup>1</sup>	Setze minimal erlaubten Füllstand in % Bei Unterschreitung dieses Grenzwertes wird ein Alarm gesetzt Wertebereich n: 0 ... 100 % Standardwert n: 20 %	LMin:n[%] [CR][LF]

Tabelle 15: Serielle Kommunikation - Schreibbefehle

Hinweis:

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

<sup>1</sup> nur bei Level-Sensoren

### 6.2.3 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

Tabelle 16: Beispiel einer Prüfsummenberechnung (CRC)

### 6.3 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 „Hyper Terminal“ 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 11 bis Abbildung 13 dargestellt.



Abbildung 11: Microsoft Windows Hyper Terminal-Vergabe eines Namens für eine neue Verbindung



Abbildung 12: Microsoft Windows Hyperterminal-Wahl der Schnittstelle zur Kommunikation

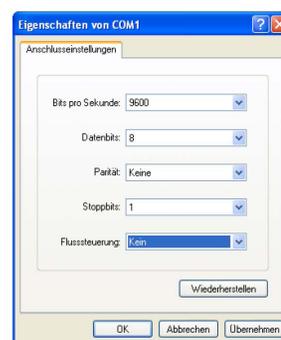


Abbildung 13: Microsoft Windows Hyperterminal-Wahl der Schnittstellenparameter

In dem nachfolgenden Eingabefenster können die entsprechenden Befehle zum Auslesen oder Konfigurieren eingegeben werden. Die Befehlsliste ist unter Kapitel 6.2 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.

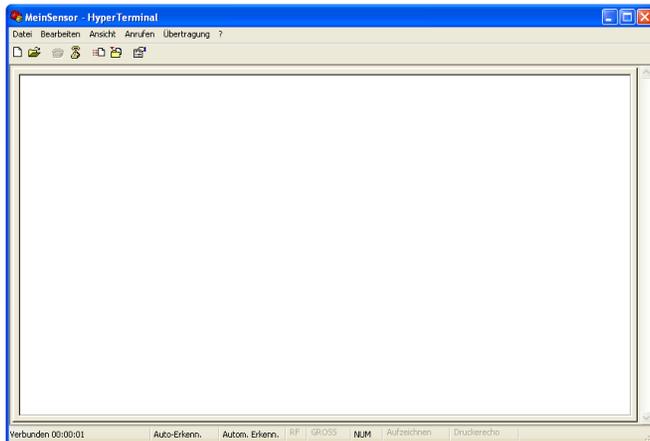


Abbildung 14: Windows Hyper Terminal - Eingabefenster

#### 6.4 TCP/IP-Verbindung

Das Hyper Terminal bietet alternativ auch die Möglichkeit eine TCP/IP-Verbindung herzustellen. Sollen Sensoren über dieses Protokoll fernabgefragt werden, so ist die Wandlung des RS232-Signals mit Hilfe eines Ethernet-Gateways erforderlich. Passende Gateways können bei ARGO-HYTOS angefragt werden.

#### 6.5 Software

ARGO-HYTOS stellt verschiedene Programme (Treiber, LabVIEW Tools und Hilfsprogramme) für den Bereich der Sensortechnik zur Verfügung. Diese können unter [www.argo-hytos.com](http://www.argo-hytos.com) heruntergeladen werden.

## 6.6 Setzen der analogen Stromausgänge

Die beiden analogen Stromausgänge sind ab Werk voreingestellt. Auf Kanal 1 (Pin 6, vgl. Abbildung 8) wird die Temperatur und auf Kanal 2 (Pin 7, vgl. Abbildung 8) 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. Tabelle 17 zeigt die möglichen Parameter für die Konfiguration der analogen Ausgänge.

Nummerschlüssel x	Parameter
0	Temperatur (T)
1	Relative Feuchtigkeit (RH)
2	Absolute Feuchtigkeit (AH) <sup>1</sup>
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 <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>
100	Ausgabe fest auf 4 mA
101	Ausgabe fest auf 12 mA
102	Ausgabe fest auf 20 mA

Tabelle 17: Nummerschlüssel für die Ausgabeparameter der analogen Stromausgänge

<sup>1</sup> Diese Einstellung erfordert besondere Kalibrierung, vgl. Kapitel 2.3

<sup>2</sup> Nur bei Level-Sensoren verfügbar

### 6.7 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 17 konfiguriert. Der entsprechend konfigurierte Sensor gibt die wichtigsten Parameter auf die in Abbildung 15 dargestellte Weise aus.

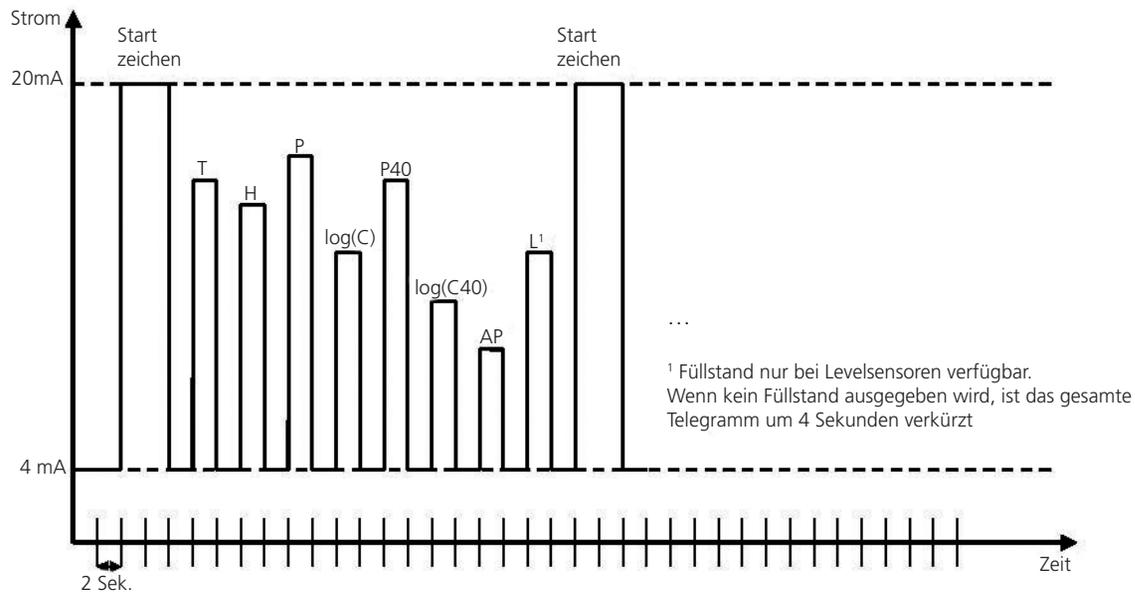


Abbildung 15: Sequentielle Ausgabe der Werte über analoge Schnittstelle

### 6.8 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 6.2 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).

### 6.9 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 33 zusammengefassten Zustände verstanden. Die eventabhängige Speicherung kann mit Hilfe des Befehl SETrig eingestellt werden (vgl. Kapitel 6.2).

### 6.10 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 Tabelle 18 aufgeführt (Beispiel für Standardkonfiguration).

Schritt		Parameter
1	Einstellen des Speicherintervalls auf 20 Minuten	WSaveInt20.0[ENTER]
2	Schreiben der Alterungsgrenzwerte	WLimP40 5.0[ENTER] WLimC40 300[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	Kennzeichen des aktuellen Öls als Frischöl	SONew[ENTER]

Tabelle 18: 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 Tabelle 33 zu entnehmen.

Die zeitgesteuerte Ausgabe kann per Befehl (vgl. Kapitel 6.7) aktiviert bzw. deaktiviert werden.

7.1 CAN Kommunikation

Die CAN-Schnittstelle entspricht der „CAN 2.0B Active Specification“. Die Datenpakete entsprechen dem in Abbildung 16 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 19).

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 19: Unterstützte Busgeschwindigkeiten bei CANopen Kommunikation und zugehörige Kabellängen

Die elektrischen Parameter der CAN-Schnittstelle sind in Tabelle 20 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 20: Elektrische Parameter CAN-Schnittstelle

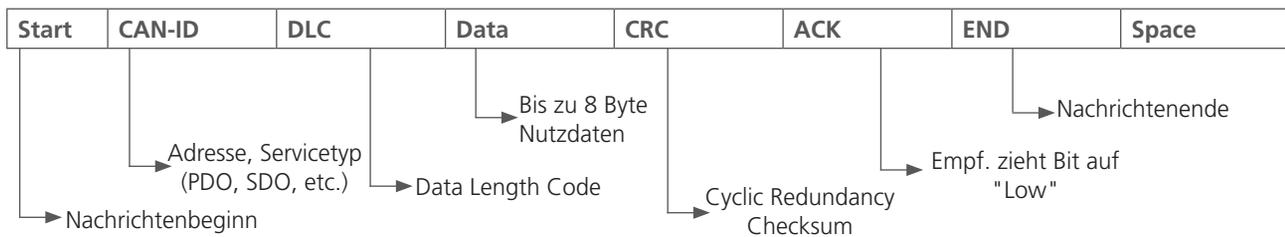


Abbildung 16: CAN Nachrichtenformat

7.2 CANopen

CANopen definiert das was, nicht das wie wird etwas beschrieben. 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.

7.2.1 „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 21 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 21: Allgemeine CANopen Object Dictionary Struktur

### 7.2.2 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 er entsprechend konfiguriert ist (Punkt A in Abbildung 17).

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 17).

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 17).

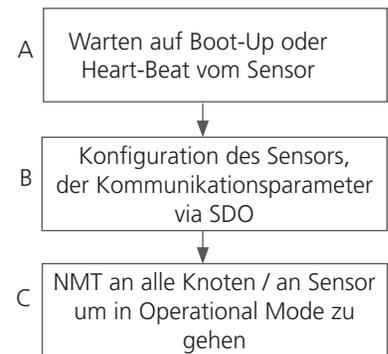


Abbildung 17: CANopen Bus Initialisierungsprozess

Je nach Zustand des Sensors stehen verschiedene Dienste des CANopen Protokolls zur Verfügung (vgl. Tabelle 22).

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

Tabelle 22: Verfügbare CANopen Dienste in verschiedenen Sensorzuständen

### 7.2.3 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 (vgl. Abbildung 18).

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.

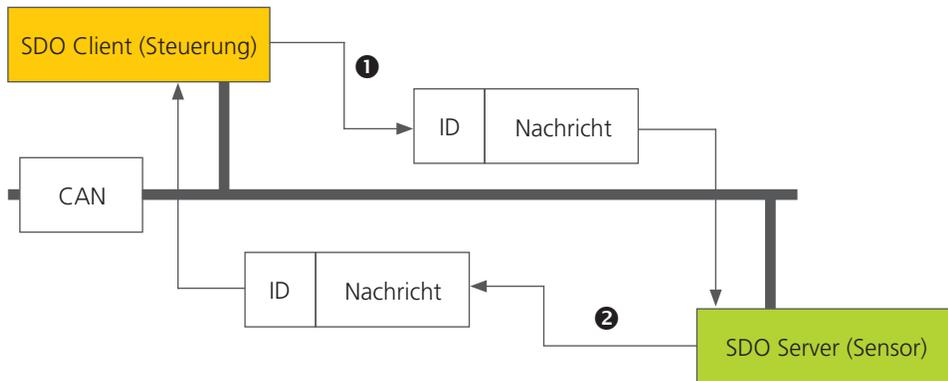


Abbildung 18: SDO Client/Server Beziehung

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 23 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 23: 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 24).

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
<b>Nachricht vom Client an Sensor</b>	0x600 + NodeID	0x08	0x40	0x18	0x10	0x04	dont care	dont care	dont care	dont care

Tabelle 24: SDO Downloadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht (vgl. Tabelle 25) 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	0
<b>Nachricht vom Client an Sensor</b>	0x580 + NodeID	0x08	0x43	0x18	0x10	0x04	0xBB	0x0D	0x30	0x00

Tabelle 25: 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“ (vgl. Tabelle 26) 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
<b>Nachricht vom Client an Sensor</b>	0x600 + NodeID	0x08	0x2B	0x17	0x10	0x00	0xE8	0x03	0	0

Tabelle 26: SDO Uploadanfrage durch den Client an den Server

Der Sensor antwortet mit entsprechender SDO-Nachricht (vgl. Tabelle 27) 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
<b>Nachricht vom Client an Sensor</b>	0x580 + NodeID	0x08	0x60	0x17	0x10	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

Tabelle 27: SDO Uploadantwort durch den Server an den Client

### 7.2.4 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 19). 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 Sende-PDOs (TPDOs), keine Empfangs-PDOs (RPDOs). Die 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 (TPDO4 bei Level Sensoren hat immer die COB-ID 0x480+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.

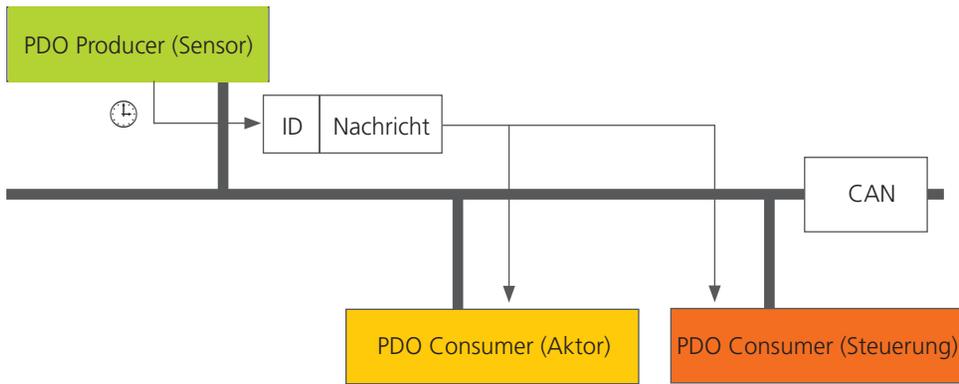


Abbildung 19: PDO Consumer/Producer Beziehung

### 7.2.5 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 21 zeigt das Prinzip des Mappings von Objekten aus dem OD in ein TPDO, es entspricht der CiA DS-301, Kapitel 8.5.4. 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 20 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 20: Grundstruktur eines PDO Mappingeintrags

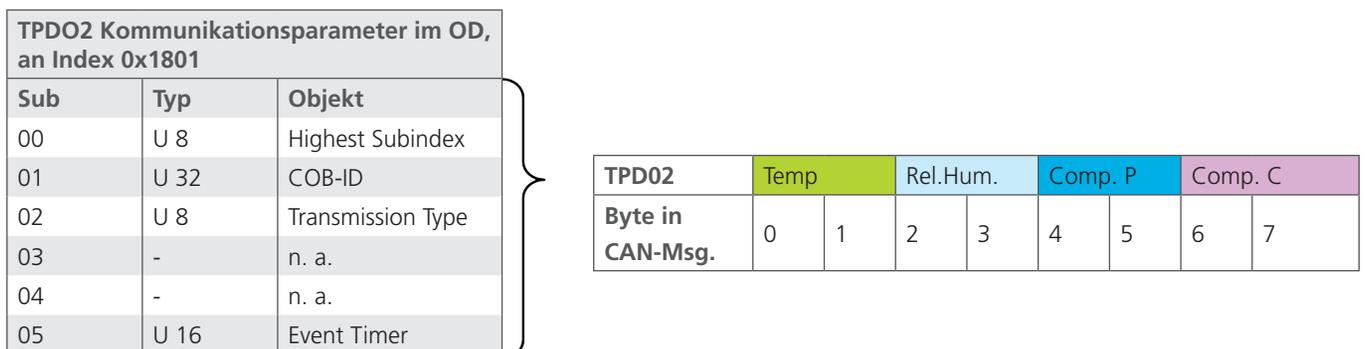
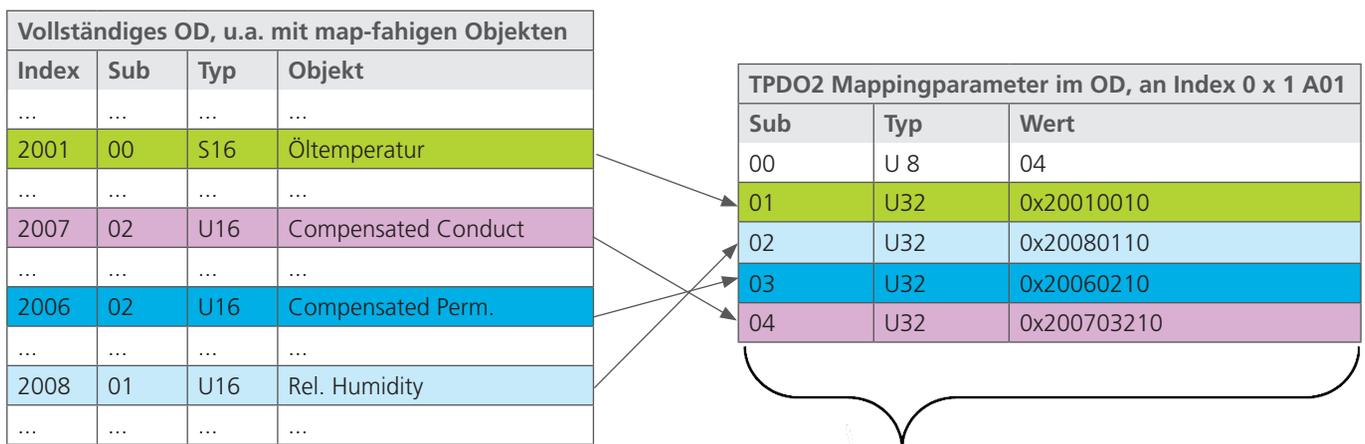


Abbildung 21: Prinzip des Mappings von mehreren OD-Objekten in ein TPDO

Der Sensor unterstützt bestimmte Typen des TPDO (vgl. Tabelle 28), die für die jeweiligen Kommunikationsparameter der TPDOs eingetragen werden können (vgl. Abbildung 21).

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 28: Beschreibung der TPDO Typen

### 7.2.6 „CANopen Object Dictionary“ detailliert

Das vollständige Objektverzeichnis des Sensors ist in Tabelle 29 und Tabelle 30 aufgeführt. In Tabelle 29 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.

Passende EDS-Dateien für die Sensoren sind auf der Homepage von ARGO-HYTOS verfügbar.

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 DS301
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		<b>identity object</b>	<b>record</b>	<b>ro</b>		
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	Vendor ID	U32	ro	000000E6h	ARGO-HYTOS GMBH
	2	Product Code	U32	ro	Device dependant	H <sub>2</sub> Oplus II: 1100 Level200: 1150 Level375: 1150 Level615: 1150
	3	Revision Number	U32	ro	Device dependant	H <sub>2</sub> Oplus II: 1010 Level200: 1200 Level375: 1375 Level615: 1615
	4	Serial Number	U32	ro		Device dependant lower 3 bytes contain the serial number, the top byte is reserved for future use
1800		<b>Transmit PDOs Parameter</b>	<b>record</b>			
	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

Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
	5	Event Timer	U16	rw	1388h	event timer in ms for asynchronous TPDO1, value has to be a multiple of 50 and max 12700
<b>1801</b>		<b>Transmit PDO2 Parameter</b>	<b>record</b>			
	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
<b>1802</b>		<b>Transmit PDO3 Parameter</b>	<b>record</b>			
	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
<b>1803</b>		<b>Transmit PDO4 Parameter</b>	<b>record</b>		<b>only for Level sensors</b>	
	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
<b>1A00</b>		<b>TPDO1 Mapping Parameter</b>	<b>record</b>			
	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
<b>1A01</b>		<b>TPDO2 Mapping Parameter</b>	<b>record</b>			
	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
<b>1A02</b>		<b>TPDO3 Mapping Parameter</b>	<b>record</b>			
	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
<b>1A03</b>		<b>TPDO4 Mapping Parameter</b>	<b>record</b>		<b>only for Level sensors</b>	
	0	Number of entries	U8	ro	01h	largest sub index
	1	1st app obj. to be mapped	U32	co	200B0108h	Oil level in %

Tabelle 29: "Communication Profile Area", kommunikationsbezogenes Objektverzeichnis

Alle öl- und sensorbezogenen Objekte sind im Objektverzeichnis ab Index 2000h platziert und in Tabelle 30 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 der RUL zu treffen (vgl. Kapitel 2.10, 2.11, 8.3).

Manufacturer-specific Profile Area						
Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
<b>2000</b>		<b>Condition Monitoring Bitfield</b>	<b>array</b>			
	0	Number of entries	U8	ro	04h	largest sub index
	1	Sensor status bits	U16	ro		see chapter "2.9 Ölzustand"
	2	Oil status bits	U16	ro		
	3	Oil information bits	U16	ro		
	4	Oil alarm bits	000u16	ro		
<b>2001</b>						
	0	Oil Temperature	S16	ro		Oil temperature in °C multiplied by 10
<b>2005</b>		<b>Time related parameters</b>	<b>record</b>			
	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, see chapter "2.10 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 "2.10 Bestimmung der Remaining Useful Lifetime (RUL)"
	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
<b>2006</b>		<b>Permittivity related parameters of the oil</b>	<b>record</b>			
	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

Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
<b>2007</b>		<b>Conductivity related parameters of the oil</b>	<b>record</b>			
	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
<b>2008</b>		<b>Humidity related parameters of the oil</b>	<b>record</b>			
	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
<b>2009</b>		<b>Temperature related parameters of the oil</b>	<b>record</b>			
	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
<b>200A</b>		<b>Temperature Histogram</b>	<b>array</b>			
	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
<b>200C</b>		<b>Aging Progress</b>	<b>U16</b>	<b>ro</b>		<b>Aging Progress in % multiplied by 10</b>
<b>200B</b>		<b>Level related Parameters</b>	<b>record</b>			<b>Only for level sensors</b>
	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

Idx (hex)	Sub	Name	Type	Attr.	Default	Notes
	3	Threshold for im. oil level	U8	rw	20	Level where an alarm bit is set, range: 0..100
<b>2020</b>		<b>Commandos</b>	<b>record</b>			
	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
<b>2021</b>		<b>Node ID</b>	<b>U8</b>	<b>rw</b>		<b>NodeID of the sensor, will be used on next reboot</b>
<b>2030</b>		<b>RULfB and RULh settings</b>	<b>record</b>			
	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
<b>2100</b>		<b>Readmem control functions</b>	<b>record</b>			
	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
<b>2101</b>		<b>Readmem Initiate segmented SDO data download</b>	<b>U16</b>	<b>ro</b>		<b>Appropriate Pointer has to be set (with 2100sub3) before start reading, Size of the record will be sent back on reading</b>

Tabelle 30: "Manufacturer-specific Profile Area", sensorbezogener Teil des CANopen Kommunikationsprofils

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 3.1 und Kapitel 4 aufgeführten Randbedingungen eingehalten werden.

### 8.1 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 6.1).

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

Für die Kommunikation mit dem Sensor können die auf der Homepage von ARGO-HYTOS bereitgestellten Programme dienen.

### 8.2 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“, vgl. Kapitel 6.2)<sup>1</sup>.

Im Auslieferungszustand ist die CANopen-Schnittstelle des Sensors entsprechend der Tabelle 31 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

Tabelle 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 (vgl. Kapitel 7).

Ein Verfahren wie mit dem Sensor trotz aktivierter CAN-Kommunikation über RS232 Schnittstelle kommuniziert werden kann, ist in Kapitel 6 beschrieben.

### 8.3 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. Tabelle 32 bietet eine Übersicht über die notwendige Konfiguration des Sensors zu jeweiligem Funktionsumfang. Eine Auskunft über die Konfiguration des Sensors gibt das Kapitel 6.9.

<sup>1</sup> Alternativ kontaktieren Sie bitte den ARGO-HYTOS Service

Notwendige Konfigurationen zum Funktionsempfang	
Funktionsumfang / Szenario	Notwendige Informationen zur Anlage/Konfigurationsbedarf
<ul style="list-style-type: none"> <li>› Grundparameter: Temperatur, Feuchte, P, C, P40, C40</li> <li>› Durchschnittstemperatur, Lastfaktor seit Inbetriebnahme des Sensors</li> <li>› Kurzzeitgradienten</li> <li>› Alarme zu Wassergehalt, „Niedriger Ölstand“</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>› Keine weitere 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> <li>› Alterungsfortschritt der Kennwerte (P40 und C40)</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>› Lernprozess muss jeweils bei Frischöl angestoßen werden</li> <li>› Grenzwerte für P40 und C40 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 C40 müssen konfiguriert sein (mehr Informationen vorliegen als durch Standardkonfiguration vorgegeben)</li> <li>› Lastfaktor der Anlage (vgl.: Kapitel 14.2) und zugehörige Standzeit des Öl müssen bekannt sein</li> </ul>

Tabelle 32: Funktionsumfang in Abhängigkeit der Konfiguration

Fehler: Keine Sensorkommunikation mit Hyperterminal	
Ursache	Maßnahme
› 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 ARGO-HYTOS Datenkabel
› RS-232-Schnittstelle ist nicht aktiviert	› Aktivieren Sie die RS232-Schnittstelle mit zeitweise oder dauerhaft mit Hilfe von LubConfig oder einem Terminalprogramm, wie in Kapitel 6 beschrieben.

Fehler: Messwerte sind nicht plausibel bzw. Messwerte schwanken	
Ursache	Maßnahme
› 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. Ein 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: Kein Analogausgang	
Ursache	Maßnahme
› 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 gegebenen falls die Einstellungen für die Analogen Ausgänge.
› Falsche Beschaltung der Analogausgänge	› Beachten Sie die Angaben zum Messen der Analogausgänge

**Fehler: Keine Sensorkommunikation über CAN**

Ursache	Maßnahme
› 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 LubConfig oder einem Terminalprogramm, wie in Kapitel 6 beschrieben.

**Fehler: Fehlmessung der absoluten Feuchtigkeit**

Ursache	Maßnahme
› Kalibrierparameter falsch eingestellt	› Die Kalibrierparameter sind ölspezifisch und müssen einprogrammiert werden. Kontaktieren Sie den ARGO-HYTOS Service.
› Messbereich falsch eingestellt	› Der Messbereich ist ölspezifisch und muss einprogrammiert werden. Kontaktieren Sie den ARGO-HYTOS Service.

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 Sensor- kenngößen 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 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><b>Relative Permittivität (DK):</b></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>
2. Einsatz korrekten Öls	<p>Der Einsatz vorgeschriebener Schmierstoffe kann anhand der Leitfähigkeit und der relativen DK überprüft werden. Für die Frischöle müssen die jeweiligen Kenngößen 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 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><b>Relative Permittivität (DK):</b></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 Kenngöße 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><b>Leitfähigkeit:</b></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>

Beschreibung	Bestellnummer
<b>Datenkabel für Rechneranschluss</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Seite 1: M12 8-polig, 90° gewinkelt, IP67</li> <li>› Seite 2: D-Sub-Buchse 9-polig mit separatem Hohlstecker für die Spannungsversorgung</li> <li>› Länge: 5m, geschirmt</li> <li>› Temperaturbereich -25 °C...90 °C</li> <li>› ölfest</li> </ul>	SCSO 100-5030
<b>Datenkabel mit offenen Enden</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Seite 1: M12 8-polig, 90° gewinkelt, IP67</li> <li>› Seite 2: offen</li> <li>› Länge: 5m, geschirmt</li> <li>› Temperaturbereich -25 °C...90 °C</li> <li>› ölfest</li> </ul>	SCSO 100-5020
<b>Sensorsteckverbinder</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› M12 8-polig, gerade, IP67</li> <li>› geeignet für Kabeldurchmesser 6...8 mm</li> <li>› Temperaturbereich -20 °C ... 85 °C</li> </ul>	SCSO 100-5010
<b>Adapter USB - RS232 Seriell</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Seite 1 (PC): USB A Stecker</li> <li>› Seite 2 (Peripherie): D-Sub-Stecker 9-polig</li> <li>› Länge: 1,8 m</li> <li>› Inkl. Treiber CD für Windows 98 / ME / 2000 / XP / Win 7 / Win 8</li> </ul>	PPCO 100-5420
<b>Universalnetzteil</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Eingangsbereich: 100...240VAC 50/60Hz</li> <li>› Ausgangsspannung: 24VDC / max. 0,63A / 15W</li> <li>› Temperaturbereich in Betrieb: 0...40 °C</li> <li>› Passend für Datenkabel SCSO 100-5030</li> <li>› Zuleitung: Euro Netzkabel 2-polig, 1,5 m</li> </ul>	SCSO 100-5080
<b>Anzeige- und Speichergerät LubMon Visu</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Für Schaltschrankeinbau geeignet</li> <li>› Visuelle Anzeige der Messdaten über ein Display</li> <li>› Datenlogger mit bis zu 1500 Datensätzen</li> <li>› SD Karte und USB Typ B</li> </ul>	SCSO 900-1000

## 12. Kontaktadresse

---

ARGO-HYTOS GMBH  
Produktbereich Sensor- & Messtechnik  
Industriestraße 9  
76703 Kraichtal-Menzingen

Tel. +49-7250-76-0  
Fax +49-7250-76-199  
E-Mail: [info.de@argo-hytos.com](mailto:info.de@argo-hytos.com)

**EU - Konformitätserklärung**  
EU - Declaration of Conformity



**ARGO-HYTOS GMBH**  
Industriestraße 9  
76703 Kraichtal-Menzingen

Tel.: +49 72 50 / 76 0  
Fax: +49 72 50 / 76 199  
www.argo-hytos.com

Die EU - Konformitätserklärung gilt für folgendes Gerät:

The EU - Declaration of Conformity applies to the following unit:

Ölzustandssensor

Oil condition sensor

<b>LubCos H2O+ II</b>	<b>LubCos Level200</b>	<b>LubCos Level375</b>	<b>LubCos Level615</b>
SCSO 100-1010 SCSO 100-1020	SCSO 150-1375	SCSO 150-1200	SCSO 150-1615

Wir bestätigen die Übereinstimmung mit den wesentlichen Anforderungen der europäischen Richtlinie(n):

We confirm the conformity according to the essential requirements of the European directive(s):

**EMV Richtlinie: 2004/108/EG**  
(gültig bis 19.04.2016)

**EMC Directive: 2004/108/EC**  
(valid until 19/04/2016)

**EMV Richtlinie: 2014/30/EU**  
(gültig ab 20.04.2016)

**EMC Directive: 2014/30/EU**  
(valid from 20/04/2016)

Folgende Norm(en) wurde(n) angewandt:

The following standard(s) was (were) applied:

**DIN EN 13309:2010**  
**ISO 13766:2006-05**

(at load-dump impulses over 50V an external protection must be provided)

Die Beurteilung und Prüfung des Gerätes erfolgte durch das EMV-Prüflabor:

The evaluation and testing of the device was carried out by the EMC testing laboratory:

**TÜV SÜD SENTON GmbH**  
**Äußere Frühlingstraße 45**  
**94315 Straubing**  
**Germany**

Kraichtal, 14.06.2016

(Ort und Datum der Ausstellung)

(Place and date of issue)



(Unterschrift) Roman Krähling/  
Dokumentverantwortlicher

(Signature) Roman Krähling /  
Responsible for documents



(Unterschrift ) Dr. Marcus Fischer/  
Technischer Geschäftsführer

(Signature) Dr. Marcus Fischer/  
Technical director

## 14.1 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	Reserviert	ROT
1	3	3	Alarm	Sensor teilweise an Luft	ROT
1	4	4	Alarm	Freies Wasser (RH > 95 %)	ROT
1	5	5	Alarm	Extremer Wassergehalt (RH > 75 %)	ROT
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	Reserviert	-
1	12	12	Alarm	Ölwechsel ist anzuraten* ** (RUL<= 0h)	ROT
1	13	13	Alarm	Reserviert	-
1	14	14	Alarm	Prognose: freies Wasser bei Raumtemperatur**	-
1	15	15	Alarm	Prognose: extremer Wassergehalt bei Raumtemperatur**	-
2	16	0	Info/Warnung	Reserviert	-
2	17	1	Info/Warnung	Reserviert	-
2	18	2	Info/Warnung	Reserviert	-
2	19	3	Info/Warnung	Füllstand über gesetzten Limit (nur bei Level Sensoren)	-
2	20	4	Info/Warnung	Hoher Wassergehalt (RH > 50 %)	GELB
2	21	5	Info/Warnung	Reserviert	-
2	22	6	Info/Warnung	Reserviert	-
2	23	7	Info/Warnung	Reserviert	-
2	24	8	Info/Warnung	Reserviert	-
2	25	9	Info/Warnung	Temperatur: Messbereich überschritten	-
2	26	10	Info/Warnung	Humidity: Messbereich überschritten	-
2	27	11	Info/Warnung	Conductivity: Messbereich überschritten	-
2	28	12	Info/Warnung	rel. DK: Messbereich überschritten	-
2	29	13	Info/Warnung	Öl entspricht nicht vorgegebenem Referenzöl (die Kennwerte des Öls weichen zu stark von den Werten des gelernten Frischöls ab)	-
2	30	14	Info/Warnung	Anderer Öltyp detektiert als bei vorherige Füllung/gesetztes Referenzöl* **	-
2	31	15	Info/Warnung	Reserviert	-
2	32	0	Info/Warnung	Lernphase noch nicht abgeschlossen, wird nach Kennzeichen des aktuellen Öls als Frischöl gesetzt	-
3	33	1	Info/Warnung	Langsamer Wassereintrag**	-
3	34	2	Info/Warnung	Referenzwert geändert (Referenzwerte / Limits wurden extern neu gesetzt, bleibt für ca. 15s aktiv)	-
3	35	3	Info/Warnung	Reserviert	-
3	36	4	Info/Warnung	Prognose: hohe relative Feuchte bei Raumtemperatur**	-
3	37	5	Info/Warnung	Demnächst Ölwechsel anzuraten* (RUL unter 15 % der Referenzstandzeit)	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	Reserviert	-
3	41	9	Info/Warnung	Reserviert	-
3	42	10	Info/Warnung	Reserviert	-
3	43	11	Info/Warnung	Reserviert	-
3	44	12	Info/Warnung	Öltyp Erkennung** 44: HLP 45: HEPR 44+45: HEES/HETG	-
3	45	13			-
3	46	14	Info/Warnung	Gradienten noch nicht zuverlässig	-
3	47	15	Info/Warnung	Eventabhängige Speicherung deaktiviert	-
4	48	0	Error	Reserviert	-
4	49	1	Error	Sensorfehler (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	Humidity: Messwert außerhalb zulässigem Bereich	-
4	53	5	Error	Temperatur: Messwert außerhalb zulässigem Bereich	-
4	54	6	Error	Conductivity: Messwert außerhalb zulässigem Bereich	-
4	55	7	Error	rel. DK: Messwert außerhalb zulässigem Bereich	-
4	56	8	Error	Reserviert	-
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 33: 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

## 14.2 Lastfaktor einer Anlage

Für die Berechnung des Lastfaktors einer Anlage muss ein typischen Temperaturverlauf oder 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,  $T_{\text{klasse}}$  ist die Durchschnittstemperatur der aktuell betrachteten Klasse und  $T_{\text{max}}$  ist auf 95 °C zu setzen.

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

Alternativ kann für die Berechnung auch ein repräsentativer Mitschnitt der Temperaturen dienen. Mit diesem Temperaturverlauf und einem durch ARGO-HYTOS GMBH zur Verfügung gestellten Excel-Tool<sup>1</sup> kann der Lastfaktor ebenfalls berechnet werden.

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.

<sup>1</sup> www.argo-hytos.com

International

## ARGO-HYTOS weltweit

Benelux	ARGO-HYTOS B.V.	info.benelux@argo-hytos.com
Brasilien	ARGO-HYTOS Fluid Power Systems Ltda.	info.br@argo-hytos.com
China	ARGO-HYTOS Fluid Power Systems	info.cn@argo-hytos.com
Deutschland	ARGO-HYTOS GMBH	info.de@argo-hytos.com
Frankreich	ARGO-HYTOS SAS	info.fr@argo-hytos.com
Großbritannien	ARGO-HYTOS Ltd.	info.uk@argo-hytos.com
Hong Kong	ARGO-HYTOS Hong Kong Ltd.	info.hk@argo-hytos.com
Indien	ARGO-HYTOS PVT. LTD.	info.in@argo-hytos.com
Italien	ARGO-HYTOS S.r.l.	info.it@argo-hytos.com
Polen	ARGO-HYTOS Polska spz o.o.	info.pl@argo-hytos.com
Schweden	ARGO-HYTOS Nordic AB	info.se@argo-hytos.com
Tschechien	ARGO-HYTOS s.r.o	info.cz@argo-hytos.com
	ARGO-HYTOS Protech s.r.o	info.protech@argo-hytos.com
Türkei	ARGO-HYTOS Hidrolik Ekip. San. ve Tic. Ltd. Şti.	info.tr@argo-hytos.com
USA	ARGO-HYTOS Inc.	info.us@argo-hytos.com

