



Bühler Partikel Monitor

BPM

Betriebs- und Installationsanleitung

Originalbetriebsanleitung





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

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

Alle Rechte vorbehalten. Bühler Technologies GmbH 2025

Dokumentinformationen

Dokument-Nr..... BD150102

Version..... 02/2025

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
1.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	3
1.1.1	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	3
1.2	Glossar	3
1.3	Funktionsweise	4
1.4	Komponentenübersicht	4
1.5	Typenschlüssel	5
1.6	Lieferumfang	5
2	Sicherheitshinweise	6
2.1	Wichtige Hinweise	6
2.2	Allgemeine Gefahrenhinweise	6
2.3	Hinweise am Produkt	8
3	Transport und Lagerung	9
4	Aufbauen und Anschließen	10
4.1	Anforderungen an den Aufstellort	10
4.2	Hydraulischer Anschluss	10
4.3	Befestigung	11
4.4	Mechanische Belastung	12
4.5	Elektrische Anschlüsse	12
4.5.1	Pinbelegung (Draufsicht)	12
4.5.2	Analoger Stromausgang (4..20 mA)	13
4.5.3	Schaltgänge und -ausgänge	15
4.5.4	Kalibrierung	16
5	Betrieb und Bedienung	17
5.1	Vor der Inbetriebnahme	17
5.2	Startbildschirm	17
5.2.1	Zustandsanzeige	17
5.2.2	Zeitangabe	17
5.2.3	Angezeigter Standard	17
5.2.4	Ordnungszahlen	18
5.3	Menü und Bedienung	18
5.3.1	Menüstruktur	19
5.3.2	Betriebsarten	20
5.3.3	Konfiguration Alarm	21
5.3.4	Konfiguration Analog	23
5.3.5	Standard	23
5.3.6	Konfiguration Fluss	23
5.3.7	Kommunikation	23
5.3.8	Baudrate CAN	24
5.3.9	Konfiguration Display	25
5.3.10	Sensorparameter	25
5.3.11	Sprache	27
5.4	Kommunikation RS232	27
5.4.1	Schnittstellenparameter	27
5.4.2	Lesebefehle	28
5.4.3	Konfigurationsbefehle	30
5.4.4	Checksummen-Berechnung (CRC)	33
5.5	Kommunikation CAN	34
5.5.1	CANopen	34
5.6	Klassifizierungssysteme	44
5.6.1	Partikelgrößendefinition	44
6	Wartung und Reinigung	48
7	Service und Reparatur	49
7.1	Hinweise zur Demontage	49
7.2	Fehlersuche und Beseitigung	50

7.3	Zubehör	51
8	Entsorgung.....	52
9	Anhang	53
9.1	Technische Daten	53
9.2	Standard Anschlussbelegung	54
9.3	Kabellängen	54
9.4	Partikelverschmutzungen	54
10	Beigefügte Dokumente	56

1 Einleitung

1.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Bei dem Produkt handelt es sich um eine hydraulische Komponente.

Das Gerät ist ein optischer Partikelmonitor, der zur Überwachung der Reinheit von Fluiden eingesetzt wird. Er arbeitet nach dem Prinzip der Lichtextinktion (Abschwächung einer Strahlung) und misst Partikel im Fluid.

Die gemessenen Werte werden in standardisierte Reinheitsklassen umgerechnet und auf dem Display angezeigt. Über unterschiedliche Schnittstelle können die Messdaten ausgelesen und übertragen werden.

Der Anschluss an das Fluid-führende System erfolgt über zwei Minimess®-Anschlüsse M16x2.

Sie dürfen das Produkt wie folgt einsetzen:

- Reinheitsüberwachung eines Fluids,
- Trendanalyse des Verschmutzungsgrades.

Das Produkt ist nur für die professionelle Verwendung und nicht für die private Verwendung bestimmt.

Die bestimmungsgemäße Verwendung schließt auch ein, dass Sie diese Dokumentation und insbesondere das Kapitel [Sicherheitshinweise](#) [> Seite 6] vollständig gelesen und verstanden haben.

1.1.1 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Jeder andere Gebrauch als in der bestimmungsgemäßen Verwendung beschrieben, ist nicht bestimmungsgemäß und deshalb unzulässig.

Wenn ungeeignete Produkte in sicherheitsrelevanten Anwendungen eingebaut oder verwendet werden, können unbeabsichtigte Betriebszustände in der Anwendung auftreten, die Personen- und/oder Sachschäden verursachen können. Setzen Sie daher ein Produkt nur dann in sicherheitsrelevanten Anwendungen ein, wenn diese Verwendung ausdrücklich in der Dokumentation des Produkts spezifiziert und erlaubt ist. Beispielsweise in Ex-Schutz Bereichen oder in sicherheitsbezogenen Teilen einer Steuerung (funktionale Sicherheit).

Die Förderung anderer Medien, als im Kapitel [Technische Daten](#) [> Seite 53] aufgeführt, ist verboten.

Für Schäden bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung übernimmt die Bühler Technologies GmbH keine Haftung. Die Risiken bei nicht bestimmungsgemäßer Verwendung liegen allein beim Benutzer.

1.2 Glossar

Abkürzung/Bezeichnung	Bedeutung
OZ	Ordnungszahl
APC	Automatischer Partikelzähler
MTD	Medium Test Dust
mm	Zweistellige Minutenangabe
ss	Zweistellige Sekundenangabe
µm(c)	Größenangabe für Partikel bei Verwendung von ISO-MTD

1.3 Funktionsweise

Der BPM ist ein optischer Partikelmonitor, der nach dem Prinzip der Lichtextinktion arbeitet.

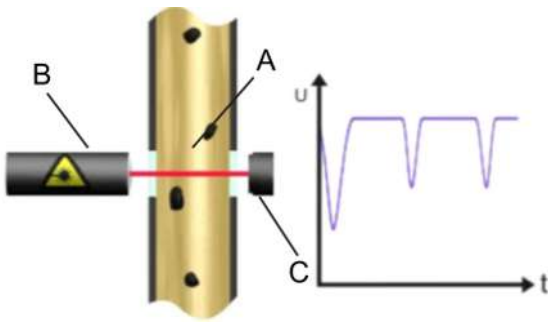


Abb. 1: Aufbau und Messprinzip eines Partikelmonitors

Er besteht aus einer durchströmten Messzelle (A), einem Laser (B) und einer Photodiode (C).

Der Laser durchstrahlt die Messzelle und trifft auf die Photodiode. Durchquert ein Partikel den Laserstrahl, verringert sich die Intensität, die die Photodiode detektiert. Je größer der Partikel, desto stärker die Verringerung der Intensität.

Mit dem BPM Partikelmonitor lassen sich sowohl das Verschmutzungsniveau als auch der Trend der Reinheit von Fluiden beobachten. Dabei können in der absoluten Genauigkeit Unterschiede zu Partikelmonitoren, die nach ISO 11171:99 kalibriert sind, auftreten. Die Abweichung ist aber kleiner als eine Ordnungszahl. Veränderungen werden sehr präzise angezeigt.

Durch die kontinuierliche Überwachung der Reinheit lassen sich Veränderungen in der Maschine sehr schnell detektieren.

Durch die schnelle Warnung können Maßnahmen ergriffen werden, ohne dass eine weitere starke Kontamination und damit eine mögliche Schädigung des gesamten Systems erfolgt.

1.4 Komponentenübersicht



Abb. 2: Komponentenübersicht

1	Hydraulischer Anschluss Fluid	2	Gerätefront
3	Leuchtanzeige „Power“	4	Leuchtanzeige „Alarm“
5	Display	6	Hydraulischer Anschluss Fluid
7	Auswahltaste	8	Taste AB
9	Anschluss M12x1 Sensorkabel	10	Taste AUF

1 + 6 Hydraulischer Anschluss Fluid

Das Gerät ist mit zwei Minimess®-Anschlüssen M16x2 ausgestattet. Üblicherweise werden hier zwei Minimess®-Schlauchleitungen angeschlossen, mit denen der Partikelmonitor mit dem Fluid-führenden System verbunden wird. Die Messung ist dabei unabhängig von der Durchflussrichtung.

2 + 5 Gerätefront und Display

Auf dem Display werden standardmäßig die letzten ermittelten Reinheitsklassen sowie die Zeit bis zur nächsten Messung, bzw. die verbleibende Dauer der Messung angezeigt.

3 Leuchtanzeige „Power“

Bei Anliegen der Betriebsspannung leuchtet diese Anzeige grün.

4 Leuchtanzeige „Alarm“

Bei Vorliegen eines internen Alarms leuchtet diese Anzeige rot. Im Gerät können verschiedene Alarme eingestellt werden. Beachten Sie dazu die Ausführungen im Verlauf dieser Betriebsanleitung.

7 Auswahl taste [↶]

Die Auswahl taste ermöglicht es, in die nächste Menüebene zu springen; sollen Werte eingestellt werden, führt das Drücken der Auswahl taste zum Sprung in die nächste Stelle.

8 Taste AB [▼]

10 Taste AUF [▲]

Diese Tasten erlauben, im Menü zu navigieren und durch die Einträge zu blättern.

9 Anschluss M12x1 Sensorkabel

Das Gerät ist mit einem 8-poligen Anschluss M12x1 zum Anschluss eines Sensorkabels ausgerüstet.

Die Belegungen des Sensorkabels und seines Anschlusses sind den weiteren Ausführungen dieser Betriebsanleitung zu entnehmen.

Weitere Funktionen der Tasten:

– Zurück:

gleichzeitiges Drücken der Taste AUF [▲] und AB [▼].

– Ändern von Werten:

Mit der Taste AUF [▲] oder der Taste AB [▼] wird in der Menüstruktur der gewünschte Parameter markiert. Die Betätigung der Auswahl taste wählt den Parameter. Der Wert wird dann mit der AUF [▲] oder AB [▼] Taste verändern. Übernommen werden Änderungen durch Betätigen mit der Auswahl taste, nach der letzten Stelle der Eingabemöglichkeit. Erfolgt ein Sprung in die nächsthöhere Ebene vor dem abschließenden Drücken der Auswahl taste, werden die Änderungen nicht gespeichert.

1.5 Typenschlüssel

BPM - 100 - □□□ - 1DC2S1A

Typenbezeichnung					
BPM	Bühler Partikel Monitor				
Ausführung					
100	Kompaktgerät Standard				
Anzeige					
000	Gerät mit Display				
010	Gerät ohne Display				
		Ausgänge			
		1DC2S1A	1x RS232/CAN		
			2x Schaltsignal Eingang Ausgang		
			1x Analogsignal 4...20 mA		

Art. Nr.	Typ
1530001000	BPM-100-000-1DC2S1A
1530001010	BPM-100-010-1DC2S1A

1.6 Lieferumfang

- Bühler Partikel Monitor BPM
- Produktdokumentation
- 2x Minimess-Kupplung (vormontiert)
- Werkskalibrierzertifikat

2 Sicherheitshinweise

2.1 Wichtige Hinweise

Der Einsatz des Gerätes ist nur zulässig, wenn:

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

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

Signalwörter für Warnhinweise

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

Warnzeichen

In dieser Anleitung werden folgende Warnzeichen verwendet:



Allgemeines Warnzeichen



Allgemeines Gebotszeichen



Warnung vor Laserstrahl

2.2 Allgemeine Gefahrenhinweise

Das Gerät darf nur von Fachpersonal installiert werden, das mit den Sicherheitsanforderungen und den Risiken vertraut ist. Beachten Sie unbedingt die für den Einbauort relevanten Sicherheitsvorschriften und allgemein gültigen Regeln der Technik. Beugen Sie Störungen vor und vermeiden Sie dadurch Personen- und Sachschäden.

Der Betreiber der Anlage muss sicherstellen, dass:

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

Wartung, Reparatur

Bei Wartungs- und Reparaturarbeiten ist folgendes zu beachten:

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

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

VORSICHT



Laser

Der Partikelmonitor enthält einen Laser, der bei bestimmungsgemäßem Gebrauch als ein Laser der Klasse 1 nach DIN EN 60825-1:2001-11 klassifiziert ist. Die zugängliche Laserstrahlung ist unter vernünftigerweise vorhersehbaren Bedingungen ungefährlich. Bei Lasereinrichtungen der Klasse 1 können im oberen Leistungsbereich z.B. Blendung, Beeinträchtigung des Farbsehens und Belästigungen nicht ausgeschlossen werden.

VORSICHT



Gefahr durch unsachgemäße Handhabung

Sachschaden

Der Partikelmonitor darf nur nach Kapitel „Bestimmungsgemäße Verwendung“ eingesetzt werden.

Austreten oder Verschütten von Hydraulikflüssigkeit

Umweltverschmutzung und Verschmutzung des Grundwassers.

Verwenden Sie Ölbindemittel, um ausgetretenes Hydrauliköl zu binden.

Verschmutzung durch Flüssigkeiten und Fremdkörper

Vorzeitiger Verschleiß - Funktionsstörungen - Beschädigungsgefahr - Sachschaden.

Achten Sie bei der Montage auf Sauberkeit, um zu verhindern, dass Fremdkörper, wie z. B. Schweißperlen oder Metallspäne in die Hydraulikleitungen gelangen und beim Produkt zu Verschleiß und Funktionsstörungen führen.

Achten Sie darauf, dass Anschlüsse, Hydraulikleitungen und Anbauteile (z. B. Messgeräte) schmutzfrei und spanfrei sind.

Kontrollieren Sie vor der Inbetriebnahme, ob alle hydraulischen und mechanischen Verbindungen angeschlossen und dicht sind, und alle Dichtungen und Verschlüsse der Steckverbindungen korrekt eingebaut und unbeschädigt sind.

Verwenden Sie für die Beseitigung von Schmiermitteln und anderen Verschmutzungen rückstandsfreie Industrie-Wischtücher.

Achten Sie darauf, dass Anschlüsse, Hydraulikleitungen und Anbauteile sauber sind.

Stellen Sie sicher, dass auch beim Verschließen der Anschlüsse keine Verunreinigungen eindringen.

Achten Sie darauf, dass kein Reinigungsmittel in das Hydrauliksystem eindringt.

Verwenden Sie zur Reinigung keine Putzwolle oder fasernde Putzlappen.

Verwenden Sie als Dichtungsmittel keinen Hanf.

2.3 Hinweise am Produkt

Auf der Rückseite des Geräts befinden sich neben dem Typenschild auch der Hinweis mit der Laserklasse nach DIN EN 60825-1.



Abb. 3: Hinweis Laserklasse

HINWEIS



Funktionseinschränkung

Beschädigung der Druckausgleichs-Membrane. Beeinträchtigung der Schutzklasse IP67. Auf der Rückseite des Geräts befindet sich eine Druckausgleichs-Membrane, die keinesfalls beschädigt werden darf. Gehen Sie bei Arbeiten an der Rückseite entsprechend sorgfältig vor.

An der Seite des Geräts befindet sich zwischen einem Minimes-Anschluss und dem Anschluss für das Sensorkabel ein Aufkleber mit dem Hinweis auf Laserstrahlung.

An der Seite des Geräts befindet sich zwischen einem Minimes-Anschluss und dem Anschluss für das Sensorkabel ein Aufkleber mit dem Hinweis auf Laserstrahlung.



Abb. 4: Hinweis Laserstrahlung

3 Transport und Lagerung

Die Produkte sollten nur in der Originalverpackung oder einem geeigneten Ersatz transportiert werden.

Bei Nichtbenutzung sind die Betriebsmittel gegen Feuchtigkeit und Wärme zu schützen. Sie müssen in einem überdachten, trockenen und staubfreien Raum bei Raumtemperatur aufbewahrt werden.

4 Aufbauen und Anschließen

4.1 Anforderungen an den Aufstellort

Bitte beachten Sie diese Hinweise bei der Festlegung des Montageortes:

- Schließen Sie den Partikelmonitor im Nebenstrom an eine Druckleitung an.
- Die Durchflussrichtung ist beliebig.
- An der Anschlussstelle sollten möglichst konstante Druckbedingungen herrschen.
- Der Druck kann variieren, es dürfen jedoch keine Druckspitzen oder starke Schwankungen auftreten.
- Der Volumenstrom muss konstant sein und zwischen 50 ... 400 ml/min betragen.
- Eine Durchflussregelung oder Druckminderung muss immer nach dem Partikelmonitor auf der Rücklaufseite installiert werden, da diese Turbulenzen oder Luftblasen erzeugen können, die zu Messfehlern führen.
- Wenn eine Pumpe zur Erzeugung des benötigten Durchflusses erforderlich ist, sollte diese pulsationsarm ausgeführt und vor dem Partikelmonitor installiert sein.
- Ansonsten können bei Anordnung auf der Saugseite Blasen erzeugt werden, die zu Messfehlern führen würden.
- Bei dem Verdacht auf Luftblasen im System ist eine Beruhigungsstrecke in Form eines Schlauches von ca. 2 m vor dem Gerät erforderlich.

4.2 Hydraulischer Anschluss

Der Sensor verfügt über zwei 1/4"-Verschraubungen und wird ab Werk mit eingeschraubten Minimessanschlüssen ausgeliefert. Der Systemdruck erzeugt den erforderlichen Durchfluss und muss ggf. nach dem Gerät gedrosselt werden.

Die Durchflussrichtung ist dabei frei zu wählen.

Um das Ablesen der Anzeige und die Bedienung der Tastatur zu ermöglichen, sollte das Gerät an einer zugänglichen Stelle montiert werden. Mit der Länge der Leitung steigt die Gefahr eines Absetzens von größeren Partikeln. Ferner ist vor allem bei höheren Viskositäten und bei Verwendung von Minimessleitungen darauf zu achten, dass der Druck ausreichend hoch ist, um den benötigten Volumenstrom zwischen 50 und 400 ml/min einzustellen.

Die Minimessanschlüsse können gegen andere Verschraubungen ersetzt werden. Dabei ist jedoch ein maximales Anzugsmoment von 25 Nm zu beachten.

Beim Tausch von Anschlusskupplungen dürfen kein Schmutz, Späne oder sonstige Verunreinigungen in das Innere des Gerätes gelangen.

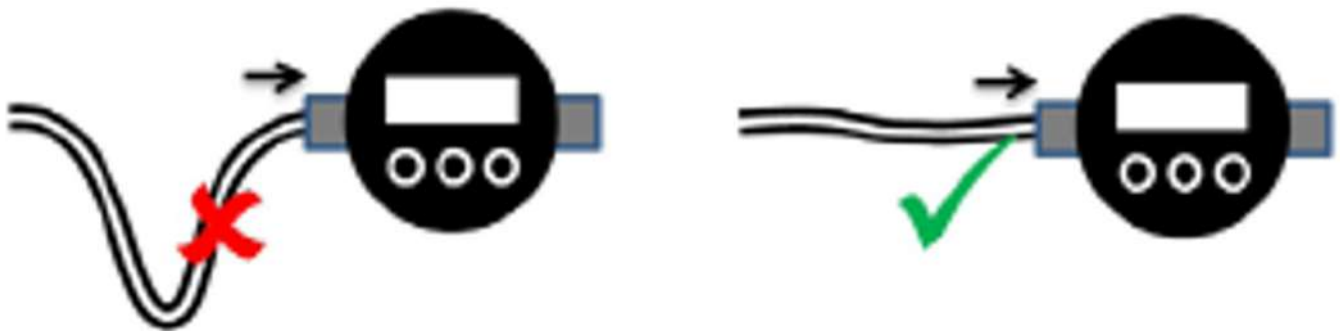


Abb. 5: Hydraulischer Anschluss, Sacklöcher in der Zuleitung vermeiden

Der Einbau sollte im hydraulischen Kreislauf an einer für die Messaufgabe relevanten Stelle erfolgen, an der konstante Druckbedingungen herrschen.

Der Druck kann variieren, darf aber während einer Messung keine Spitzen oder starken Schwankungen aufweisen.

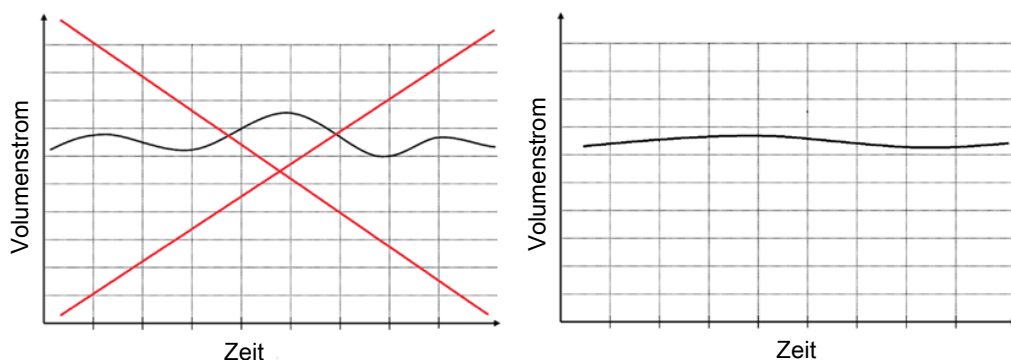


Abb. 6: Randbedingungen Volumenstrom

HINWEIS! Erfahrungsgemäß empfiehlt sich der Anschluss an die Steuerölleitung. In der Regel herrschen an dieser Stelle moderate Drücke und ein Abgang von maximal 400 ml/min stellt normalerweise kein Problem für den Steuerkreis dar.

Falls kein Steuerkreis vorhanden ist, bietet sich alternativ oftmals auch der Filter-/Kühlkreislauf an.

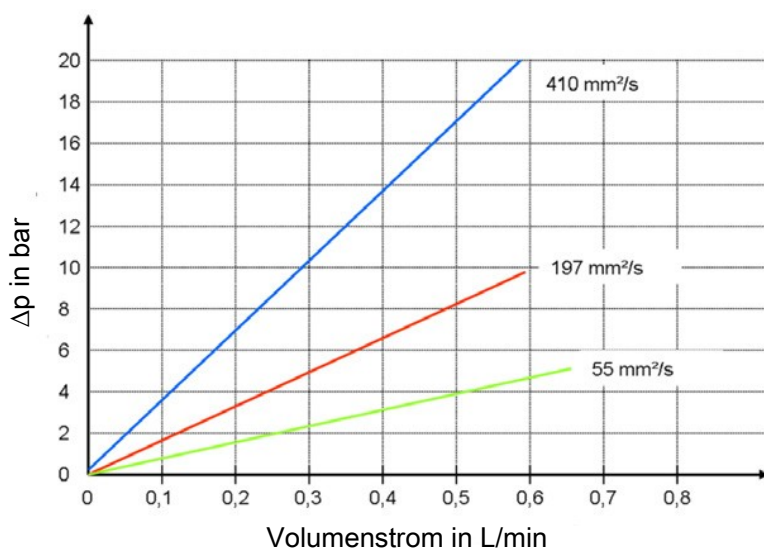


Abb. 7: Durchflusskennlinie für unterschiedliche Viskositäten ohne Minimessanschlüsse

In folgender Abbildung ist für unterschiedliche Viskositäten die sich einstellende Druckdifferenz in Abhängigkeit vom Volumenstrom dargestellt. Mit der Vorgabe des benötigten Volumenstroms kann hieraus das erforderliche Druckniveau abgeschätzt werden.

4.3 Befestigung

Das Gerät besitzt zwei Möglichkeiten zur Befestigung:

Orientierung	Befestigungsart	Anzugsmoment	Einschraubtiefe
Unterseite	4 x M5	Max. 4 Nm (Festigkeitsklasse 8.8)	Min. 5 +1 mm
Seitlich	2 x M6	Max. 8 Nm (Festigkeitsklasse 8.8)	Min. 6 +1 mm

4.4 Mechanische Belastung

Die mechanische Belastung des Gerätes dürfen die Angaben in der folgenden Tabelle nicht überschreiten.

Belastung	Frequenz	Belastung
max. Vibration in allen drei Achsen	5 ...9 Hz 9 ...16,5 Hz 16,5 ...200 Hz	Amplitude: +/-15 mm 3 g 10 g

Tab. 1: Zulässige mechanische Belastungen



Abb. 8: Unzulässige mechanische Beanspruchung

4.5 Elektrische Anschlüsse

WARNUNG



Fehlerhafte Energieversorgung Lebensgefahr – Verletzungsgefahr

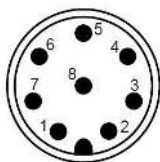
Das Gerät darf nur von einer Elektrofachkraft installiert werden.
Befolgen Sie die nationalen und internationalen Vorschriften zur Errichtung elektrotechnischer Anlagen.

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

Schalten Sie für die Installation die Anlage spannungsfrei und schließen Sie das Gerät gemäß den folgenden Abschnitten an. Es ist ein geschirmtes Sensorkabel zu verwenden.

4.5.1 Pinbelegung (Draufsicht)

Pinbelegung Sensorstecker



Pin	Funktion
1	Spannungsversorgung L+
2	Spannungsversorgung L-
3	TxD, CAN low [OUT]
4	RxD, CAN high [IN]
5	Digitaler Eingang (Start/Stopp)
6	Analoger Ausgang 4...20mA
7	Schaltausgang (Open Collector/Alarm)
8	Signalmasse
Schirm	-

Tab. 2: Pinbelegung

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.

4.5.2 Analoger Stromausgang (4..20 mA)

4.5.2.1 Messung ohne Lastwiderstand

Die Strommessung sollte mit einem geeigneten Strommessgerät erfolgen.

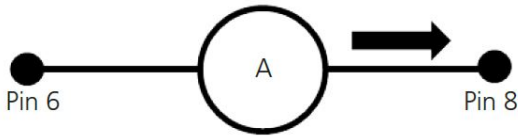


Abb. 9: Strommessung ohne Lastwiderstand

Die Ordnungszahlen für die verschiedenen Standards werden gemäß den folgenden Tabellen berechnet.

4.5.2.2 Messung mit Lastwiderstand

Die Spannungsmessung sollte mit einem geeigneten Spannungsmessgerät erfolgen.

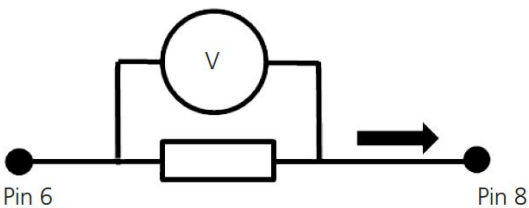


Abb. 10: Strommessung mit Lastwiderstand

Die Ordnungszahlen für die verschiedenen Standards werden gemäß den folgenden Tabellen berechnet.

Der Lastwiderstand kann nicht beliebig gewählt werden. Er muss entsprechend der Versorgungsspannung angepasst sein. Der maximale Lastwiderstand kann mit der folgenden Formel ermittelt werden:

$$R_{\max}/\Omega = \frac{U/V - 2V}{20\text{mA}} - 100 \Omega$$

Alternativ kann folgende Tabelle angewendet werden:

$R_{\max}/\Omega$	Versorgungsspannung/V
250	9
400	12
1000	24

Tab. 3: Maximaler Lastwiderstand

4.5.2.3 Konfiguration

Die Wahl, welche Ordnungszahl und welcher Standard über den analogen Stromausgang ausgegeben werden soll, kann über das Menü des Gerätes unter „KONFIG. ANALOG“ erfolgen.

4.5.2.4 Umrechnung analoger Stromausgang zu Ordnungszahl

Der analoge Stromausgang liefert ein Signal von 4 bis 20 mA. Im Folgenden sind die Umrechnungen zu den jeweiligen Ordnungszahlen beschrieben.

I/mA	ISO 4406:99	SAE AS 4059E
4	0	000
12	13	5
20	26	12

Tab. 4: Vergleichstabelle Stromausgang zu Ordnungszahl ISO und SAE

I/mA	NAS 1638	GOST 17216
4	00	00
12	7	15
13	8	17
14	9	-
15	10	-
16	11	-
17	12	-
20	-	-

Tab. 5: Vergleichstabelle Stromausgang zu Ordnungszahl NAS und GOST

Standard	Formel Ordnungszahl
ISO 4406:99	$1,625 \cdot I / \text{mA} - 6,5$
SAE AS 4059 E	$0,875 \cdot I / \text{mA} - 5,5$
NAS 1638	$I / \text{mA} - 5$
GOST 17216	$2 \cdot I / \text{mA} - 9$

Tab. 6: Umrechnung Ordnungszahlen

4.5.2.5 Sequentielle Datenausgabe für ISO 4406:99 und SAE AS 4059E

Für die Standards ISO 4406:99 und SAE AS 4059E kann die Funktion der analogen sequentiellen Datenausgabe verwendet werden. Dabei werden die vier Ordnungszahlen nacheinander in einem vorgegebenen Zeitraster über die analoge Schnittstelle (4..20 mA) ausgegeben.

Jede Sequenz startet mit einem Signal von 20 mA für 4 Sekunden. Im Folgenden ist eine komplette Ausgabesequenz mit Startzeichen dargestellt.

Für NAS und GOST steht keine sequentielle Ausgabe zur Verfügung.

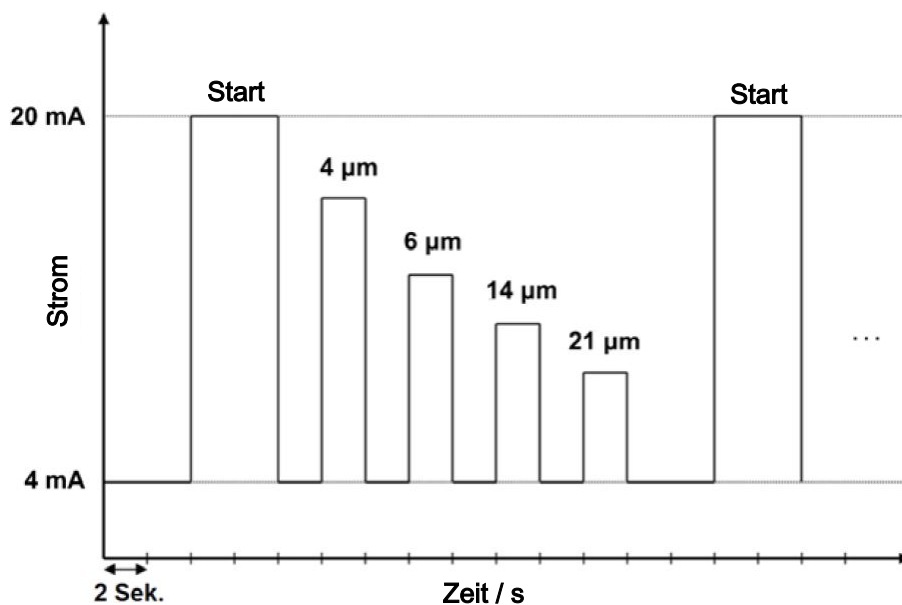


Abb. 11: Sequentielle Datenausgabe

4.5.3 Schalteingänge und -ausgänge

4.5.3.1 Digitaler Eingang

Der digitale Eingang wird für den Messmodus: Digital I/O benötigt. Für das Starten und Stoppen einer Messung muss Pin 5 wahlweise auf L- oder L+ gelegt werden.

Weitere Informationen siehe Kapitel [Digital I/O](#) [> Seite 20].

4.5.3.2 Schaltausgang

Das Auftreten eines Alarmes kann neben der roten LED und des Warndreiecks im Display über den Alarmausgang an Pin 7 detektiert werden. Siehe dazu Kapitel [Konfiguration Alarm](#) [> Seite 21].

Dabei stehen zwei Optionen zur Verfügung.

HINWEIS! Pin 7 ist kein Schalter in Sinne eines Schließers. Je nach Alarmzustand, liegt Pin 7 auf Masse (L-) oder er ist nicht verbunden (floating).

4.5.3.2.1 Option 1

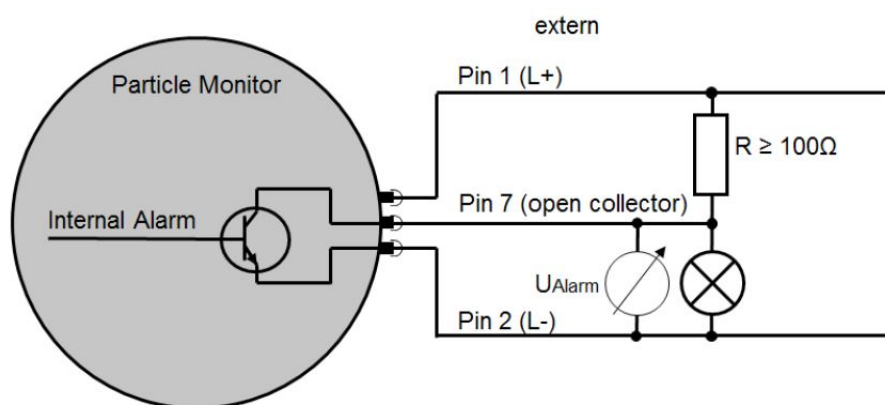


Abb. 12: Anschlussplan Schaltausgang Option 1

Alarm	Erklärung	Bei Spannungsmessung	Bei Anschluss eines Verbrauchers
Vorhanden (true)	Internen Transistor verbindet Pin 7 mit Pin 2. Der Widerstand R verhindert nun einen direkten Kurzschluss zwischen Pin 1 (L+) und Pin 2 (L-).	$U_{\text{Alarm}} = L- = 0 \text{ V}$ $R = 1...10 \text{ K}\Omega$	 $R \geq 100 \Omega$
Nicht vorhanden (false)	Pin 7 ist intern nicht verbunden (floating).	$U_{\text{Alarm}} = L+$ $R = 1...10 \text{ K}\Omega$	 $R \geq 100 \Omega$

Tab. 7: Schaltverhalten Schaltausgang Option 1

4.5.3.2.2 Option 2

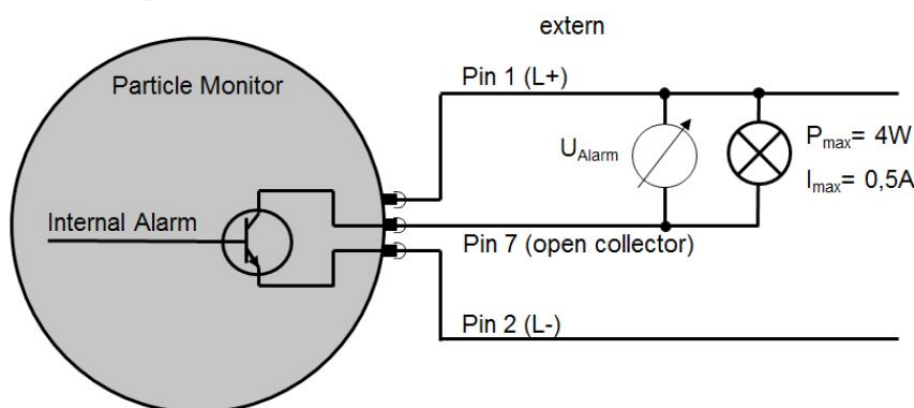


Abb. 13: Anschlussplan Schaltausgang Option 2

Alarm	Erklärung	Bei Spannungsmessung	Bei Anschluss eines Verbrauchers
Vorhanden (true)	Internen Transistor verbindet Pin 7 mit Pin 2. Die Spannung wird gegen L- gemessen.	$U_{\text{Alarm}} = L+$	 $P_{\text{max}} = 4 \text{ W}$ $I_{\text{max}} = 0,5 \text{ A}$
Nicht vorhanden (false)	Pin 7 ist intern nicht verbunden (floating).	$U_{\text{Alarm}} = L- = 0 \text{ V}$	 $P_{\text{max}} = 4 \text{ W}$ $I_{\text{max}} = 0,5 \text{ A}$

Tab. 8: Schaltverhalten Schaltausgang Option 2

4.5.4 Kalibrierung

Das Messgerät wird in Anlehnung an ISO 11943 kalibriert.

Die Ausrüstung, die für die Kalibrierung benutzt wird, wird gemäß ISO 11171 primärkalibriert und ist somit rückführbar auf NIST SRM 2806A.

HINWEIS! Das Zeichen μm (c) weist auf die Partikelgrößen-Kalibrierung unter Verwendung von ISO-MTD Prüfstaub hin.

Das Kalibrierzertifikat des Gerätes besitzt bei der Erstkalibrierung eine Gültigkeit von 18 Monaten. Folgezertifikate werden mit einer Gültigkeit von 12 Monaten ausgestellt.

4.5.4.1 Kalibrierhinweis

HINWEIS! Die Funktion ist ab Werk deaktiviert.

Eine notwendige Kalibrierung signalisiert das Gerät durch eine Meldung auf dem Display. Siehe folgende Abbildung. Das Gerät ist weiterhin voll bedienbar und liefert Messergebnisse. Durch ein 2 Sekunden langes Betätigen der Eingabetaste [] kann die Meldung quittiert werden.

Ab diesem Zeitpunkt erscheint die Meldung nach 500/800 und 900 Stunden erneut. Das Gerät ist weiterhin voll bedienbar und liefert Messergebnisse. Durch ein 2 Sekunden langes Betätigen der Eingabetaste [] kann die Meldung quittiert werden.

Nach 1000 Stunden blinkt die Meldung im 2 Sekundentakt. Das Gerät ist weiterhin voll bedienbar und liefert Messergebnisse. Eine Quittierung ist nicht möglich.

KALIBRATION
NOTWENDIG

Abb. 14: Displaymeldung Kalibrierhinweis

HINWEIS! Das Zurücksetzen des Kalibrierhinweises auf dem Display kann nur durch den Bühler Technologies GmbH Service erfolgen.

Die verbleibenden Stunden bis zum Erscheinen der ersten Meldung können im Menü des Gerätes unter „SENSORPARAM > BE-TREIBSSTD“ abgerufen werden („HOUSCAL“).

5 Betrieb und Bedienung

HINWEIS



Das Gerät darf nicht außerhalb seiner Spezifikation betrieben werden!

5.1 Vor der Inbetriebnahme

Das Gerät erst in Betrieb nehmen, wenn die Betriebsanleitung gelesen und verstanden wurde.

- Die Angaben zur bestimmungsgemäßen Verwendung, die Betriebsbedingungen und die technischen Daten müssen eingehalten werden.
- Befestigen Sie den Partikelmonitor gemäß Kapitel [Aufbauen und Anschließen](#) [> Seite 10].
- Kabel und Schläuche müssen außerhalb des Bewegungsbereichs des Bedienpersonals liegen (Stolperfallen).

5.2 Startbildschirm

In welchem Zustand sich das Gerät befindet, ist auf dem Startbildschirm zu erkennen.

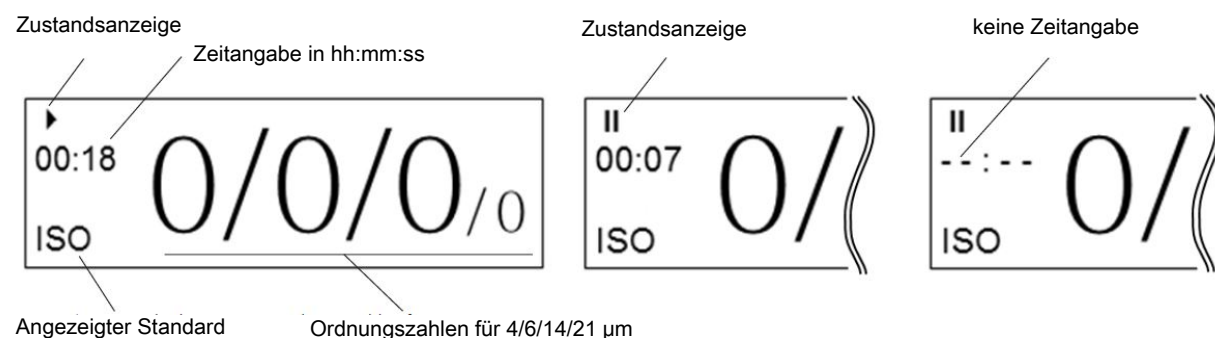


Abb. 15: Startbildschirm, laufende und pausierte Messung, keine Zeitangabe

5.2.1 Zustandsanzeige

- Messung läuft
- Laser regelt ein (blinkend) zu Beginn einer jeden Messung für ca. 2 bis 3 Sekunden.
- Gerät in Pausenmodus

5.2.2 Zeitangabe

- Messung läuft:
Gibt abhängig von der Betriebsart die verstrichene oder die restliche Zeit für die aktuelle Messung an. Angabe in [Minuten:Sekunden]
- Pausenmodus:
Gibt die verbleibende Zeit bis zur nächsten Messung an. Angabe in [Minuten:Sekunden]
- Wenn im Pausenmodus die Pausenzeit geändert wird und diese kleiner ist als die bereits verstrichene Zeit, erscheint im Display „--:--“. Diese Angabe bleibt so lange bestehen, bis die ursprüngliche Restzeit abgelaufen ist. Danach ist die neue Pausenzeit aktiv.

5.2.3 Angezeigter Standard

Angabe über den aktuell angezeigten Standard ISO, SAE, NAS oder GOST. Die Auswahl erfolgt über das Menü.

5.2.4 Ordnungszahlen

Anzeige der Ordnungszahlen der zuletzt durchgeführten Messung. Die Anzahl der Ordnungszahlen kann sich je nach gewähltem Standard unterscheiden. Bei den Standards GOST und NAS wird nur eine Ordnungszahl angezeigt.

HINWEIS! Ordnungszahlen nach ISO 4406 zwischen 1 und 6 werden immer mit ≤ 6 angezeigt. Nach ISO 4406 wird die Ordnungszahl für den 21 μm Messkanal nicht ausgewertet. Der Messwert wird jedoch als zusätzliche Information dargestellt und durch eine reduzierte Größe kenntlich gemacht.

5.3 Menü und Bedienung

Mit der [▲]- oder [▼]-Taste wird im Menü navigiert und durch die Einträge geblättert. Durch Drücken der Auswahl taste [↵] wird in die nächste Ebene gesprungen. Zurück gelangt man durch gleichzeitiges Drücken der [▲]- und [▼]-Taste.

Sind Einstellungen an Werten vorzunehmen, so springt man durch Drücken der [↵] -Taste in die nächste Stelle.

Die zu ändernde Zahl wird markiert und durch die Pfeiltasten [▲] und [▼] verändert. Übernommen werden die Änderungen erst nach Bestätigung mit [↵] nach der letzten Stelle.

Erfolgt ein Sprung in die höhere Ebene vor der letzten Bestätigung, werden die Änderungen verworfen.

5.3.1 Menüstruktur

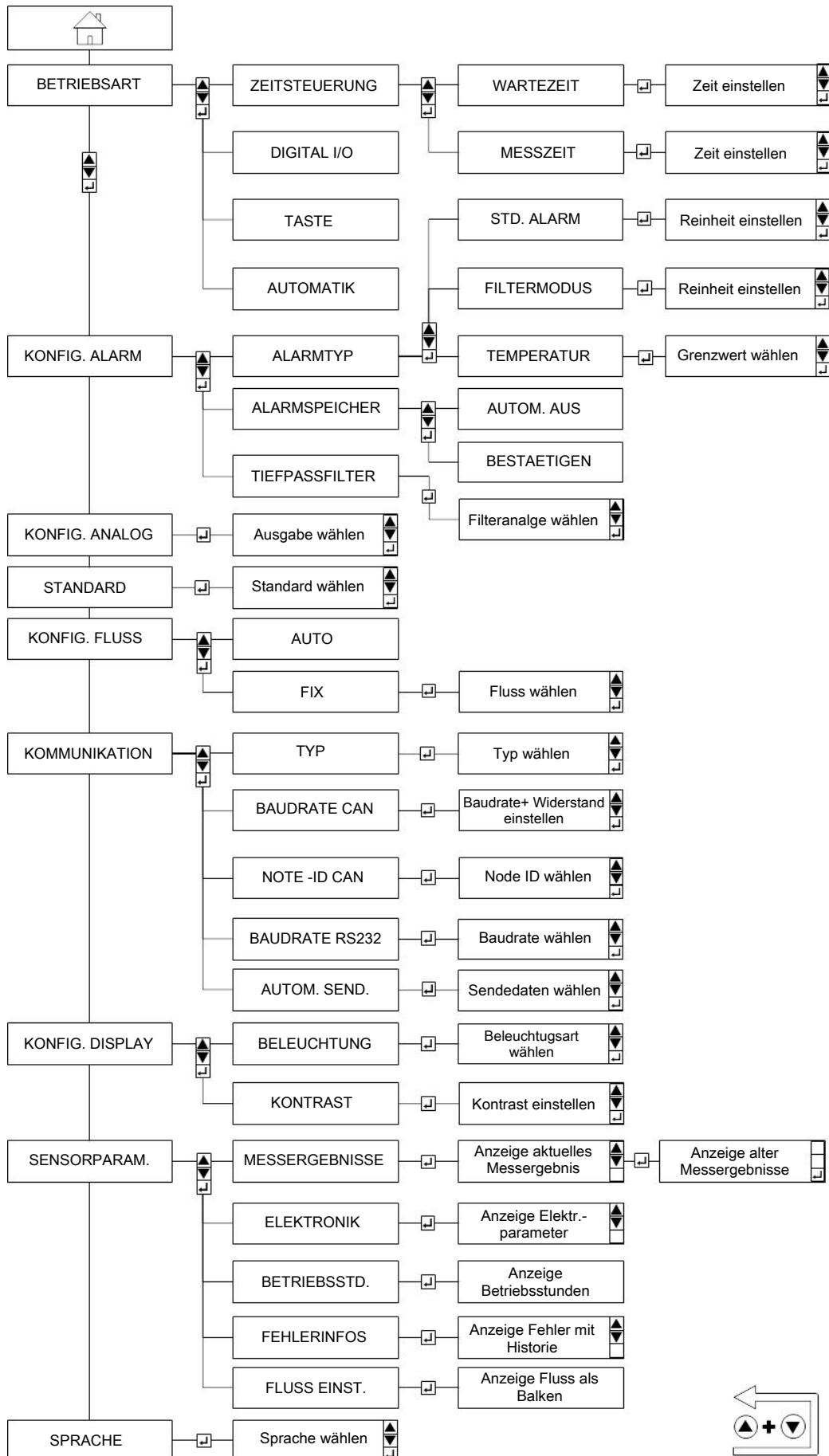


Abb. 16: Menüstruktur

5.3.2 Betriebsarten

Es stehen vier Betriebsarten zur Verfügung, deren Einstellung im Menü vorgenommen werden kann.

Zu Beginn einer Messung regelt sich der interne Laser automatisch ein. Dieser Vorgang ist am Blinken des Symbol  im Display zu erkennen und dauert in der Regel ca. 2 bis 3 Sekunden. Danach leuchtet das Symbol dauerhaft und die Messung beginnt.

Der Pausenmodus ist anhand des Symbols  zu erkennen.

HINWEIS! Messzeiten zwischen 30 und 300 Sekunden sind einzuhalten. Bei Reinheitsgraden nach ISO 4406:99 von 15 (bei 4 µmΦ) und besser, sollte die Messzeit mindestens 120 Sekunden betragen. Der Standardwert beträgt 60 Sekunden.

5.3.2.1 Zeitgesteuerte Messung

Der BPM arbeitet mit der eingestellten Messdauer und Wartezeiten zwischen den Messungen. Dabei sind folgende Einstellmöglichkeiten zu beachten:

Stellgrenze	Min. Wert/Sekunden	Max. Wert/Sekunden
Messzeit	30	300
Pausenzeit	1	86400 (24 h)
Werkseinstellung Messzeit	60	
Werkseinstellung Pausenzeit	10	

Tab. 9: Stellgrenzen zeitgesteuerte Messung

Die Standardeinstellung von 60 Sekunden Messdauer und 10 Sekunden Wartezeit liefert alle 70 Sekunden ein neues Messergebnis.

Hinweis zur Zeitangabe auf dem Startbildschirm:

- Messung läuft: Verbleibende Zeit bis zum Ende der Messung (Abwärtszähler)
- Pausenmodus: Verbleibende Zeit bis zur nächsten Messung (Abwärtszähler)

5.3.2.2 Digital I/O

Eine Messung läuft , solange Pin 5 des M12 Steckers auf die Versorgungsspannung (L+) gelegt wird oder nicht verbunden ist. Wenn Pin 5 mit Masse (L-, Pin 2) verbunden wird, ist der Pausenmodus  aktiv.

Der maximale Eingangsstrom an Pin 5 beträgt 10 mA.

Hinweis zur Zeitangabe auf dem Startbildschirm:

- Messung läuft: Verstrichene Zeit (Aufwärtszähler)
- Pausenmodus: Anzeige der Messzeit der letzten Messung (Statische Anzeige)

Belegung Pin 5	Funktion
Versorgungsspannung (L+)	Messung läuft 
Nicht verbunden	Messung läuft 
Masse (L-, Pin 2)	Pausenmodus 

Tab. 10: Belegung Pin 5 für Messmodus I/O

5.3.2.3 Taste

Eine Messung kann über zwei Wege gestartet und beendet werden.

- Durch manuelles Drücken der  Taste.
- Durch einen „Start“ und „Stop“ Befehl über die digitale Kommunikationsleitung. Dies kann sowohl über RS232, CANopen oder CAN J1939 erfolgen.

Nach Abschluss einer Messung wird das Messergebnis auf dem Startbildschirm angezeigt. Die Einhaltung der empfohlenen Mindest- und Maximalmessdauer ist zu beachten.

Hinweis zur Zeitangabe auf dem Startbildschirm:

- Messung läuft: Verstrichene Zeit (Aufwärtszähler)
- Pausenmodus: Anzeige der Messzeit der letzten Messung (Statische Anzeige)

5.3.2.4 Automatik

Im Automatikmodus wird die Messzeit dynamisch, abhängig vom Durchfluss und der Partikelkonzentration, bestimmt.

Eine Messung läuft so lange, bis folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Eine definierte Anzahl an Partikeln wurde detektiert UND
- die Messzeit beträgt mindestens 45 Sekunden ODER
- die Messzeit ist größer als 300 Sekunden

Nach der Erfüllung der Bedingungen wird das Ergebnis ermittelt und angezeigt. Die Anzahl der benötigten Partikel kann über die serielle Schnittstelle mit dem Befehl „WAutoParts“ verändert werden. Dies sollte jedoch nur von einem erfahrenen Benutzer geändert werden. Die Werkseinstellung ist 200.

Hinweis zur Zeitangabe auf dem Startbildschirm:

- Messung läuft: Verstrichene Zeit (Aufwärtszähler).
- Pausenmodus: Nicht vorhanden, es wird automatisch eine neue Messung gestartet.

5.3.3 Konfiguration Alarm

5.3.3.1 Alarmtyp

Es stehen drei unterschiedliche Alarmmodi zur Verfügung, deren Einstellung im Menü vorgenommen werden kann.

Alle drei Alarme sind miteinander verknüpft. Ist einer der drei Alarme aktiv, wird dies durch folgendes signalisiert:

- Leuchtanzeige „Alarm“ leuchtet rot,
- Blinkendes Warndreieck mit Ausrufezeichen im Display,
- Alarmausgang Pin 7 aktiv,
- Setzen von bestimmten Bits in den Fehlercodes (ERC).

HINWEIS! Messergebnisse von 0 (NULL) werden als nicht plausibel angesehen. Das Alarm-handling wird in diesem Fall ignoriert. Davon ausgenommen ist der Temperaturalarm.

5.3.3.1.1 Standard-Alarm

Für jede gemessene Ordnungszahl (OZ) kann separat ein Grenzwert gesetzt werden. Soll eine Größenklasse nicht berücksichtigt werden, so ist der kleinste Wert zu setzen. Die Aktivierung des Alarms erfolgt, sobald eine gemessene Reinheitsklasse den eingestellten Grenzwert erreicht oder überschreitet.

Standard	Einstellbereich	Wert zur Deaktivierung	Alarmbedingung
ISO 4406:99	0, 1, 2 ... 28	0	OZ 4 µm ≥ Grenzwert ODER
SAE AS 4059E	000, 00, 0, 1, 2...12	000	OZ 6 µm ≥ Grenzwert ODER OZ 14 µm ≥ Grenzwert ODER OZ 21 µm ≥ Grenzwert
NAS 1638	00, 0, 1, 2 ...12	00	OZ ≥ Grenzwert
GOST 17216	00, 0, 1, 2 ...17	00	

Tab. 11: Alarmkonfiguration Standard-Alarm

5.3.3.1.2 Filtermode

Für jede gemessene Ordnungszahl (OZ) kann separat ein Grenzwert gesetzt werden. Soll eine Größenklasse nicht berücksichtigt werden, so ist der kleinste Wert zu setzen. Die Aktivierung des Alarms erfolgt, sobald eine gemessene Reinheitsklasse den eingestellten Grenzwert erreicht oder unterschreitet.

Standard	Einstellbereich	Wert zur Deaktivierung	Alarmbedingung
ISO 4406:99	0, 1, 2 ... 28	0	OZ 4 µm ≥ Grenzwert ODER
SAE AS 4059E	000, 00, 0, 1, 2...12	000	OZ 6 µm ≥ Grenzwert ODER OZ 14 µm ≥ Grenzwert ODER OZ 21 µm ≥ Grenzwert
NAS 1638	00, 0, 1, 2 ...12	00	OZ ≥ Grenzwert
GOST 17216	00, 0, 1, 2 ...17	00	

Tab. 12: Alarmkonfiguration Filtermode

5.3.3.1.3 Temperaturalarm

Hier kann ein Grenzwert für die Temperatur gesetzt werden. Der Temperaturalarm ist aktiv wenn der Grenzwert erreicht oder überschritten wird. Zum Deaktivieren muss ein Grenzwert von „00“ gesetzt werden.

Die gemessene Temperatur entspricht nicht direkt der Temperatur des Öles. Einstellbereich: 00...85 (00 = deaktiviert).

5.3.3.2 Alarmspeicher

Es gibt zwei Möglichkeiten einen signalisierten Alarm zu entfernen. Die Einstellung kann im Menü vorgenommen werden.

1. Automatisch Aus

Sind die Bedingungen für einen Alarm nicht mehr erfüllt, wird der Alarm automatisch entfernt.

2. Bestätigen

Der Alarm wird weiterhin angezeigt, auch wenn die Bedingungen für einen Alarm nicht mehr erfüllt werden. Er wird so lange angezeigt, bis er manuell entfernt wird.

Das manuelle Entfernen wird durch das gleichzeitige Drücken der AUF [▲] und AB [▼] Taste erzeugt.

5.3.3.3 Tiefpassfilter

In einem Hydrauliksystem können kurzfristige Konzentrationserhöhungen (Spitzen) auftreten, die nicht repräsentativ für das Gesamtsystem sind, z.B. durch das Betätigen eines Handventiles. Der BPM detektiert diese Veränderung und zeigt diese korrekt an.

Der Tiefpassfilter sorgt dafür, dass bei einer eingestellten Alarmgrenze nicht bei jeder Spitze ein Alarm ausgelöst wird. Die für den Alarm relevanten Partikelkonzentrationen werden intern geglättet und nur bei einer nachhaltigen Messwertänderung ein Alarm ausgegeben. Die Messwertausgabe und Anzeige sind von der Filterung nicht betroffen.

- Bei einem Volumenstrom von 0 ml/min oder einer ISO Klasse von 0 bei 4 µm ist die Filterfunktion automatisch deaktiviert.
- Einstellbereich: 1...255 (1 = deaktiviert)
- Werkseinstellung: 2
- Empfohlener Wert: ≤ 10

Im folgenden Diagramm ist eine Sprungantwort für verschiedene Werte des Tiefpassfilters abgebildet. Die Tabelle gibt an, wie viele Messungen durchgeführt werden müssen, damit die interne Konzentration zur Alarmauswertung 90 % der tatsächlich gemessenen Konzentration erreicht.

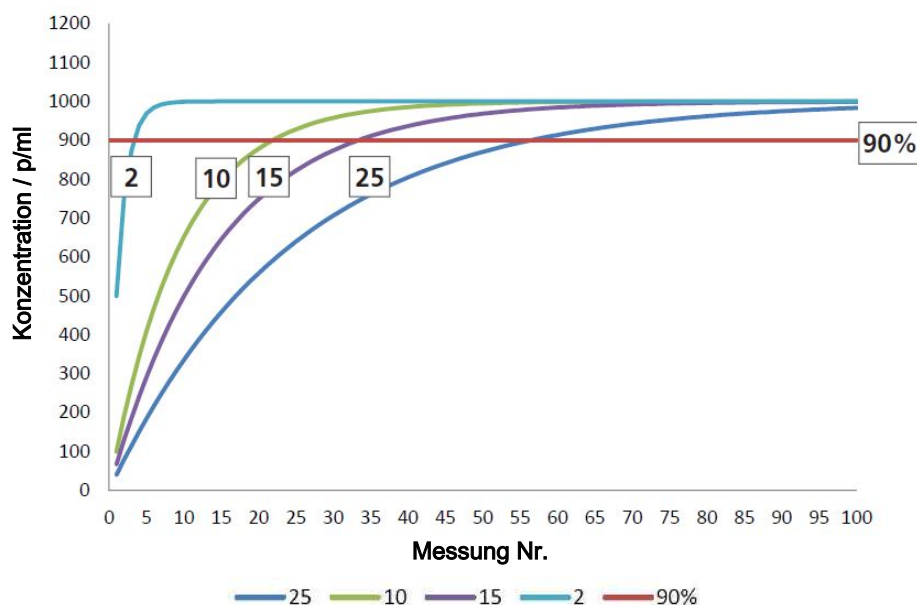


Abb. 17: Sprungantwort für Tiefpassfilter-Werte 2, 10, 15 und 25

Tiefpassfilter-Wert	2	5	10	15	25	50	100
Anzahl Messungen bis 90%	3	10	21	33	56	113	229

Tab. 13: Tiefpassfilter-Werte zum Erreichen der 90 % Schwelle

5.3.4 Konfiguration Analog

Die Messergebnisse können über den analogen Stromausgang (4..20 mA) ausgegeben werden. Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht der Einstellmöglichkeiten.

Für die Messung des Stromes und die Umrechnungen siehe [Analoger Stromausgang \(4..20 mA\)](#) [> Seite 13].

Menüauswahl	Analoger Stromausgang
4 µm	Statische Ausgabe der Ordnungszahl für 4 µm abhängig vom eingestellten Standard ISO oder SAE
6 µm	Statische Ausgabe der Ordnungszahl für 6 µm abhängig vom eingestellten Standard ISO oder SAE
14 µm	Statische Ausgabe der Ordnungszahl für 14 µm abhängig vom eingestellten Standard ISO oder SAE
21 µm	Statische Ausgabe der Ordnungszahl für 21 µm abhängig vom eingestellten Standard ISO oder SAE
SEQUENZIELL (Standard)	Sequentielle Ausgabe der Ordnungszahlen für 4, 6, 14 und 21 µm abhängig vom eingestellten Standard ISO oder SAE
NAS 1638	Ausgabe unabhängig vom eingestellten Standard. Auf dem LCD kann also ISO, SAE oder GOST angezeigt werden, über den analogen Stromausgang wird jedoch NAS ausgegeben.
GOST 17216	Ausgabe unabhängig vom eingestellten Standard. Auf dem LCD kann also ISO, SAE oder NAS angezeigt werden, über den analogen Stromausgang wird jedoch GOST ausgegeben.

Tab. 14: Konfiguration analoger Stromausgang

5.3.5 Standard

Die Anzeige der Reinheit kann nach einem der folgenden Standards gewählt werden:

- ISO 4406:99
- SAE AS 4059E
- NAS 1638
- GOST 17216

Es ist zu berücksichtigen, dass für SAE AS 4059E die Größen 38 und 70 µm nicht in separaten Kanälen ausgewertet werden.

Die Einstellung bezieht sich nur auf die Anzeige im Startbildschirm. Im internen Speicher und bei der Ausgabe über die digitale Schnittstelle (CAN oder RS232) sind alle Standards sichtbar.

Welcher Standard gewählt ist, ist am Startbildschirm unten links zu erkennen.

5.3.6 Konfiguration Fluss

5.3.6.1 Automatik

Der BPM berechnet zusätzlich zur Partikelgröße und Anzahl auch einen Volumenstromindex, um daraus die Partikelkonzentration errechnen zu können.

Der ermittelte Volumenstromindex ist keine exakte Messung des Volumenstromes. Es handelt sich um einen internen Rechenwert, der jedoch als Indikator bei der Installation und Inbetriebnahme des Gerätes verwendet werden kann. Das Gerät sollte nicht als Durchflussmessgerät angesehen oder verwendet werden.

5.3.6.2 Fix

Die Partikelkonzentration wird dann ausgehend vom fix eingestellten Volumenstrom berechnet. Der Wert ist in ml/min einzugeben.

Es ist darauf zu achten, dass sich der tatsächliche und der fix eingestellte Volumenstrom nicht signifikant unterscheiden dürfen. Ansonsten sind die daraus berechneten Partikelkonzentrationen nicht korrekt.

5.3.7 Kommunikation

Es stehen mehrere Einstellmöglichkeiten zur Verfügung, deren Einstellung im Menü vorgenommen werden kann.

5.3.7.1 Typ

Hier kann gewählt werden, wie die digitale Schnittstelle konfiguriert ist. Es kann nur ein Typ gewählt werden. Die physikalische Verbindung ist immer dieselbe.

Es stehen folgende Typen zur Verfügung:

- RS 232
- CANopen
- CAN J1939
- AUTO CANOPEN (Werkseinstellung)
- AUTO J1939

Die Einstellung wird erst nach einem Neustart des Gerätes aktiv.

Bei der Wahl von „AUTO“, wird der Typ anhand des physikalischen Spannungspegels an der digitalen Schnittstelle ermittelt. Die automatische Ermittlung des Typs (RS232 oder CAN) geschieht einmalig beim Einschalten des Gerätes.

CANopen und CAN J1939 werden mit denselben physikalischen Spannungspegeln betrieben. Wenn als Typ „CAN“ detektiert wird, wird das CANopen Protokoll verwendet (Werkseinstellung). Wenn J1939 verwendet werden soll, muss entsprechend „AUTO J1939“ aktiviert werden. Für weitere Informationen siehe Kapitel [Konfigurationsbefehle](#) [> Seite 30].

5.3.8 Baudrate CAN

Die Baudrate bezeichnet die Übertragungsgeschwindigkeit für das CANopen und CAN J1939 Protokoll. Die Baudrate besitzt als physikalische Einheit Kilobits pro Sekunde.

Es stehen folgende Einstellungen zu Verfügung:

- 125 BAUD
- 250K BAUD
- 500K BAUD
- 1000K BAUD
- TERM. CAN

Mit der Aktivierung von „TERM. CAN“ wird die Übertragungsleitung im Gerät mit einem Abschlusswiderstand von 120 Ohm abgeschlossen.

5.3.8.1 Node ID CAN

Die Node ID ist die Adresse, mit der das Gerät über den CAN Bus angesprochen werden kann. Die Node ID wird für das CANopen und CAN J1939 Protokoll benötigt.

Einstellbereich: 1 ... 127 (dezimal)

Werkseinstellung: 10 (dezimal)

5.3.8.2 Baudrate RS232

Die Baudrate bezeichnet die Übertragungsgeschwindigkeit für das RS232 Protokolls. Die Baudrate besitzt als physikalische Einheit Byte pro Sekunde.

Es stehen folgende Einstellungen zu Verfügung:

- 9600 BAUD
- 19200 BAUD
- 57600 BAUD (Übertragungsgeschwindigkeit für Firmwareupdates)
- 115200 BAUD

Wird das Gerät über die RS232 Schnittstelle angeschlossen, muss die übergeordnete Instanz stets mit derselben Baudrate betrieben werden.

5.3.8.3 Automatisches Senden

Mit der Aktivierung des automatischen Sendens wird direkt nach einer Messung das Messergebnis über die RS232 Schnittstelle ausgegeben. Der gesendete Datenstring entspricht der Antwort auf den Befehl „RVal“.

Weitere Informationen siehe Kapitel [Lesebefehle](#) [> Seite 28].

Beispiel eines Datenstrings:

```
$Time:78.8916[h];ISO4um:0[-];ISO6um:0[-];ISO14um:0[-];ISO21um:0[-];SAE4um:000[-];
SAE6um:000[-];SAE14um:000[-];SAE21um:000[-];NAS:00[-];GOST:00[-];Conc4um:0.00[p/ml];
Conc6um:0.00[p/ml];Conc14um:0.00[p/ml];Conc21um:0.00[p/ml];FIndex:50000[-];MTime:60[s];
ERC1:0x0000;ERC2:0x0000;ERC3:0x0000;ERC4:0x0800;CRC:Ä
```

5.3.9 Konfiguration Display

Für das Display stehen verschiedene Einstellmöglichkeiten zur Verfügung.

- Beleuchtung:
Auswahl ob die Hintergrundbeleuchtung dauerhaft aktiv sein soll oder nach 10 Sekunden automatisch deaktiviert wird.
- Kontrast:
Anpassung des Kontrastes über eine Balkendarstellung.
AUF Taste [▲] = Kontrast erhöhen
AB Taste [▼] = Kontrast senken Bestätigung über der Eingabetaste [↵]

5.3.10 Sensorparameter

5.3.10.1 Messergebnisse

Anzeige der Ergebnisse der letzten gültigen Messungen. Mit der AUF [▲] und AB [▼]-Taste werden alle Ergebnisse zu einer Messung dargestellt. Mit der Eingabetaste [↵] erfolgt ein Sprung zum Messergebnis davor.
Die Darstellung der Ordnungszahlen ändert sich mit der Auswahl des Standards.

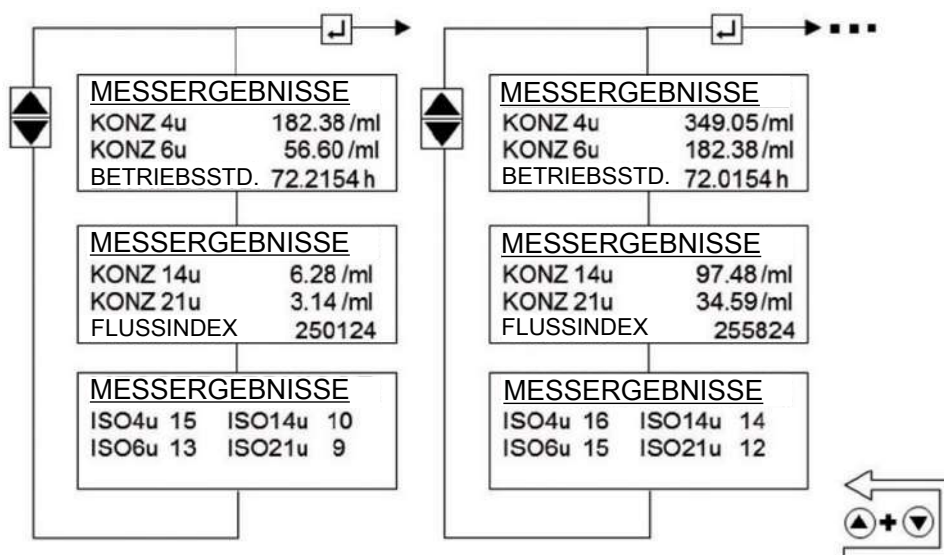


Abb. 18: Messergebnis und Historienanzeige

5.3.10.2 Elektronik

Darstellung interner Sensorparameter. Der Benutzer hat darauf keinen Einfluss.

- Laserstrom:
Strom mit dem der interne Laser betrieben wird. Der Wert sollte zwischen 1 und 2,8 mA liegen. Liegt der Wert außerhalb dieses Bereiches, besteht die Gefahr einer Fehlfunktion. Siehe Kapitel [Fehlersuche und Beseitigung](#) [> Seite 50].
- PD Spannung:
Spannung des internen Detektors. Der Wert sollte zwischen 3,7 und 4,3 V liegen. Liegt der Wert außerhalb dieses Bereiches, besteht die Gefahr einer Fehlfunktion. Siehe Kapitel [Fehlersuche und Beseitigung](#) [> Seite 50].
- Temperatur:
Interne Elektroniktemperatur. Der angezeigte Wert entspricht nicht direkt der Temperatur des Öles.
- Verstärkung:
Verrechnungswert für den internen Detektor.

5.3.10.3 Betriebsstunden

- Sensor:
Betriebsstundenzähler des Gerätes. Der Zähler ist aktiv sobald das Gerät mit Spannung versorgt wird.
- Laser:
Betriebsstundenzähler des Lasers. Der Zähler ist nur während eines Messvorganges aktiv.
- Hourscale:
Anzeige der Reststunden bis zur nächsten Kalibration des Gerätes. Bei einem Wert von 0 (NULL) ist die Zeit entweder abgelaufen oder die Funktion ist deaktiviert. Wenn die Zeit abgelaufen ist, wird dies über eine Meldung am Startbildschirm angezeigt.

5.3.10.4 Fehlerinfos

Der BPM sammelt verschiedene Fehler, Informationen und Betriebszustände und fasst diese in vier 16 Bit Werten zusammen, den ERC (Error Code). Diese werden immer in hexadezimaler Schreibweise dargestellt.

Die ERC's werden nach jeder Messung erstellt und gespeichert. In der Anzeige werden die letzten 256 ERC 's angezeigt. Die Durchblättern erfolgt mit der AUF [▲] und AB [▼]-Taste.

Damit die ERC 's den einzelnen Messungen zugeordnet werden können, wird oben rechts die dazugehörige Betriebsstunde angezeigt.

- 1/256 = ERC der letzten gültigen Messung
- 256/256 = ERC der ältesten gültigen Messung

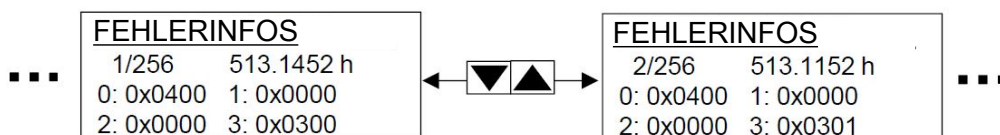


Abb. 19: Anzeige der Fehlerinfos (ERC)

5.3.10.5 Flusseinstellungen

Wird der Fluss automatisch ermittelt, kann dieser über eine Balkendarstellung angezeigt werden. Der Balken ist von 50 bis 400 ml/min skaliert. Die Darstellung dient bei der Inbetriebnahme zur Überprüfung des korrekten Flusses.

Die Darstellung wird alle 10 Sekunden aktualisiert.

Das Unter- oder Überschreiten der Grenzen wird durch das Blinken der Buchstaben L (Low) und H (High) signalisiert und muss vermieden werden.

Wenn der Fluss fix auf einen statischen Wert eingestellt ist, wird dies ebenfalls dargestellt. Der Balken ändert sich dann jedoch nicht.

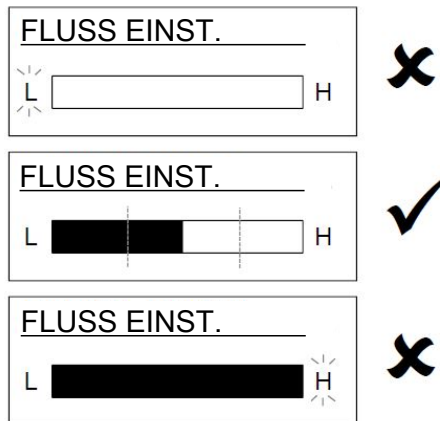


Abb. 20: Balkendarstellung des Flusses

5.3.11 Sprache

Das Menü kann in verschiedene Sprachen angezeigt werden. Folgende Sprachen stehen zur Verfügung:

- | | | |
|------------------|-----------------|------------|
| – Englisch | – Tschechisch | – Polnisch |
| – Deutsch | – Spanisch | – Türkisch |
| – Französisch | – Italienisch | |
| – Niederländisch | – Portugiesisch | |

5.4 Kommunikation RS232

Der BPM verfügt über eine serielle Schnittstelle, über die er ausgelesen und konfiguriert werden kann.

Dazu wird ein PC und ein entsprechendes Terminalprogramm bzw. eine Auslesesoftware benötigt. Der Sensor muss an einem freien COM-Port eines Computers angeschlossen werden. Ein geeignetes Kommunikationskabel für die serielle Verbindung zwischen Sensor und Rechner/Steuerung ist auf Anfrage erhältlich. Sollte der Rechner über keinen serienmäßigen COM-Port verfügen, so besteht die Möglichkeit, einen USB-Seriell-Umsetzer einzusetzen.

5.4.1 Schnittstellenparameter

- | | |
|--|------------------------|
| – Baudrate: 9600 (Standard)/19200/57600/115200 | – Stopp-Bits: 1 |
| – Daten-Bits: 8 | – Flusskontrolle: None |
| – Parity: None | |

5.4.2 Lesebefehle

#	Befehlsformat	Bedeutung	Rückgabeformat
1	RVal[CR]	Lesen der aktuellen Messwerte	\$Time:%.4f[h]; ISO4um:%d[-]; ISO6um:%d[-]; ISO14um:%d[-]; ISO21um:%d[-]; SAE4um:%c[-]; SAE6um:%c[-]; SAE14um:%c[-]; SAE21um:%c[-]; NAS:%c[-]; GOST:%c[-]; Conc4um:%.2f[p/ml]; Conc6um:%.2f[p/ml]; Conc14um:%.2f[p/ml]; Conc21um:%.2f[p/ml]; FIndex:%d[-]; MTime:%d[s]; ERC1:0x0000; ERC2:0x0000; ERC3:0x0000; ERC4:0x0300; CRC:z[CR][LF]
2	RID[CR]	Lesen der Identifikation	\$BuehlerTechnologies;BPM100; SN:xxxxxx; SW:xx.xx.xx; CRC:z[CR][LF]
3	RCon[CR]	Lesen der aktuellen Konfiguration: Standard Betriebsart Fluss Analoger Ausgang Alarm Modus Filtereinstellung Alarmwert ISO/SAE 4µm Alarmwert ISO/SAE 6µm Alarmwert ISO/SAE 14µm Alarmwert ISO/SAE 21µm Alarmwert NAS Alarmwert GOST Alarmwert Temperatur Messzeit Pausenzeit Checksumme	\$Std:%d; StartMode:%d; Flow:%d; AO1:%d; Amode:%d; Mean:%d; Alarm4:%c; Alarm6:%c; Alarm14:%c; Alarm21:%c; AlarmNAS:%c; AlarmGOST:%c; AlarmT:%d[°C]; Mtime:%d[s]; Htime:%d[s]; CRC:z[CR][LF]
4	RMemS[CR]	Anzahl max. Datensätze im Speicher	MemS:%d[-];CRC:z[CR][LF]
5	RMemU[CR]	Anzahl aktuelle Datensätze Speicher	MemU:%d[-];CRC:z[CR][LF]
6	RMemO[CR]	Speicherorganisation:	Time; ISO4um; ISO6um; ISO14um; ISO21um; SAE4um; SAE6um; SAE14um; SAE21um; NAS; GOST; Conc4um; Conc6um;

			Conc14um; Conc21um; FIndex; MTime; ERC1; ERC2; ERC3; ERC4[CR][LF]
7	RMem[CR]	Lesen aller Datensätze im Speicher mit vorausgehender Speicherorganisation. Ältester Datensatz zuerst. Abbruch mit Eingabe-Taste.	[Speicherorganisation] %f;%f; ... 0x0000[CR][LF] ... %f;%f; ... 0x0000[CR][LF] finished[CR][LF]
8	RMem-n[CR]	Lesen der letzten n Datensätze im Speicher. Mit anschließender Checksumme (CRC) pro Datensatz. Ältester Datensatz zuerst. Abbruch mit Eingabe-Taste.	\$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] ... \$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] finished[CR][LF]
9	RMemn;i[CR]	Lesen von i Datensätzen beginnend beim Datensatz n im Speicher. Ältester Datensatz = Datensatz 0 → n=0 Mit anschließender Checksumme (CRC) pro Datensatz. Ältester Datensatz zuerst. Abbruch mit Eingabe-Taste.	\$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] ... \$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] finished[CR][LF]
10	RMemH-n[CR]	Lesen der Datensätze der letzten n Stunden im Speicher. Ältester Datensatz zuerst. Abbruch mit Eingabe-Taste.	\$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] ... \$%f;%f; ... 0x0000;CRC:z[CR][LF] finished[CR][LF]
11	CMem[CR]	Löschen aller Datensätze im Speicher. Der Löschvorgang dauert in der Regel einige Sekunden. Das Ende wird durch „finished“ gekennzeichnet.	CMem...finished[CR][LF]

Tab. 15: RS232 Lesebefehle

[CR] = Carriage Return

[LF] = Line Feed

%d / %c / %f = Platzhalter

5.4.3 Konfigurationsbefehle

#	Befehlsformat		Spezifikation		Rückgabeformat
1	Messzeit in Sekunden				
	Schreiben	WMtime%d [CR]	%d = 30...300 Default: 60		Mtime:%d[s];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RMtime[CR]	-		
2	Pausenzeit in Sekunden				
	Schreiben	WHtime%d[CR]	%d = 1...86400 Default: 10		Htime:%d[s];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RHtime[CR]	-		
3	Betriebsart				
	Schreiben	SStartMode%d[CR]	%d = 0: Zeitgesteuerte Messung (default) %d = 1: Digital I/O %d = 2: Taste / RS232 %d = 3: Automatik		StartMode:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RStartMode[CR]	-		
4	Autoparts: Anzahl an Partikeln wenn Betriebsrat = Automatik				
	Schreiben	WAutoParts%d[CR]	%d = 200...5000000 Default: 200		AutoParts:%d[-];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RAutoParts[CR]	-		
5	Start und Stopp einer Messung in der Betriebsart " Taste"				
	Start	Start[CR]	-		Measuring[CR][LF]
	Stopp	Stop[CR]	-		Siehe Rückgabeformat auf Lesebefehl "RVal"
6	Volumenstrom in ml/min				
	Schreiben	WFlow%d[CR]	%d = 0...400 0 = Automatik (default) 1...400 = Fixer Wert		Flow:%d[ml/min];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RFlow[CR]	-		
7	Automatische Messwertausgabe über RS232				
	Schreiben	SAutoT%d[CR]	%d = 0: deaktiviert (default) %d = 1: aktiviert		AutoT:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	-	-		
8	Anzuzeigender Standard				
	Schreiben	SStd%d[CR]	%d = 0: ISO 4406:99 (default) %d = 1: SAE AS4059E %d = 2: NAS 1638 %d = 3: GOST 17216		Std:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RCon[CR]	-		
9	Alarmtyp				
	Schreiben	SAlarmD%d[CR]	%d = 0: Standard Alarm %d = 1: Filter Mode Default: 0		AlarmD:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RCon[CR]	-		
10	Grenzwert Alarm ISO/SAE 4µm (abhängig vom eingestellten Standard)				
	Schreiben	WAlarm4%c[CR]	ISO:	%c = 0...28 0 = Alarm deaktiviert Default: 0	Alarm4:%c[-];CRC:z[CR][LF]
			SAE:	%c = 000...12 000 = Alarm deaktiviert Default: 000	
	Lesen	RAalarm4[CR]	-		

11 Grenzwert Alarm ISO/SAE 6µm (abhängig vom eingestellten Standard)					
Schreiben	WAlarm6%c[CR]	ISO:	%c = 0...28 0 = Alarm deaktiviert Default: 0	Alarm6:%c[-];CRC:z[CR][LF]	
		SAE:	%c = 000...12 000 = Alarm deaktiviert Default: 000		
Lesen	RAlarm6[CR]	-			
12 Grenzwert Alarm ISO/SAE 14µm (abhängig vom eingestellten Standard)					
Schreiben	WAlarm14%c[CR]	ISO:	%c = 0...28 0 = Alarm deaktiviert Default: 0	Alarm14:%c[-];CRC:z[CR][LF]	
		SAE:	%c = 000...12 000 = Alarm deaktiviert Default: 000		
Lesen	RAlarm14[CR]	-			
13 Grenzwert Alarm ISO/SAE 21µm (abhängig vom eingestellten Standard)					
Schreiben	WAlarm21%c[CR]	ISO:	%c = 0...28 0 = Alarm deaktiviert Default: 0	Alarm21:%c[-];CRC:z[CR][LF]	
		SAE:	%c = 000...12 000 = Alarm deaktiviert Default: 000		
Lesen	RAlarm21[CR]	-			
14 Grenzwert Alarm NAS					
Schreiben	WAlarmNAS%c[CR]	%c = 00...12 00 = Alarm deaktiviert Default: 00		AlarmNAS:%c[-];CRC:z[CR][LF]	
Lesen	RAlarmNAS[CR]	-			
15 Grenzwert Alarm GOST					
Schreiben	WAlarmGOST%c[CR]	%c = 00...17 00 = Alarm deaktiviert Default: 00		AlarmGOST:%c[-];CRC:z[CR][LF]	
Lesen	RAlarmGOST[CR]	-			
16 Grenzwert Temperaturalarm in °C					
Schreiben	WAlarmT%d[CR]	%c = 0...85 0 = Alarm deaktiviert Default: 0		AlarmT:%d[°C];CRC:z[CR][LF]	
Lesen	RAlarmT[CR]	-			
17 Stromausgang					
Schreiben	SAO1%d[CR]]	%d = 0: deaktiviert %d = 1: ISO/SAE 4µm %d = 2: ISO/SAE 6µm %d = 3: ISO/SAE 14µm %d = 4: ISO/SAE 21µm %d = 5: ISO/SAE sequentiell (default) %d = 6: NAS %d = 7: GOST		AO1:%d;CRC:z[CR][LF]	
Lesen	RCon[CR]	-			
18 Tiefpassfilter					
Schreiben	WMean%d[CR]	%d = 1...255 1 = Kein Filter Default: 2		Mean:%d[-];CRC:z[CR][LF]	
Lesen	RMean[CR]	-			

19 Kommunikationstyp				
	Schreiben	SComMode%d[CR]	%d = 0: RS232 (default) %d = 1: CANopen %d = 2: Autodetect %d = 3: CAN J1939	ComMode:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	-	-	Siehe Antwort: "RCon"
20 RS232 Übertragungsrate				
	Schreiben	SRSBR%d[CR]	%d = 0: 9600 Baud (default) %d = 1: 19200 Baud %d = 2: 57600 Baud %d = 3: 115200 Baud	RSBR:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	-	-	
21 CAN Terminierung				
	Schreiben	SCTRM%d[CR]	%d = 0: deaktiviert (default) %d = 1: aktiviert (120Ω)	CTRM:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	-	-	
22 CAN Übertragungsrate				
	Schreiben	SCOBR%d[CR]	%d = 3: 125K Baud %d = 4: 250K Baud (default) %d = 5: 500K Baud %d = 6: 1000K Baud	COBR:%d;CRC:z[CR][LF]
	Lesen	-	-	
23 CAN Node-ID				
	Schreiben	WCOID%d[CR]	%d = 1...255 Default: 10	COID:%d[-];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RCOID[CR]	-	
24 CAN Auto Default				
	Schreiben	WCAutoDef%d[CR]	Entscheidung welches Protokoll (CANopen oder CAN J1939) gesprochen werden soll, wenn Kommunikationstyp = Autodetect %d = 0: CANopen (default) %d = 1: CAN J1939	CAutoDef:%d[-];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RCAutoDef[CR]	-	
25 CAN J 1939 - Intervall in Sekunden für PDU 2				
	Schreiben	WCJInt%d[CR]	%d = 0...60 0 = Senden bei Wertänderung Default: 10	CJInt:%d[s];CRC:z[CR][LF]
	Lesen	RCJInt[CR]	-	

Tab. 16: RS232 Konfigurationsbefehle

[CR] = Carriage Return

[LF] = Line Feed

%d / %c / %f = Platzhalter

5.4.4 Checksummen-Berechnung (CRC)

Um zu überprüfen, ob die Antwort auf einen Befehl fehlerfrei übertragen wurde, kann die Checksumme (CRC) benutzt werden. Die dezimale Wertigkeit jedes einzelnen Zeichens (siehe ASCII-Tabelle), welches in einem String gesendet wird, muss aufsummiert werden. Inklusive Line Feed [LF] und Carriage Return [CR]. Ist das Ergebnis ohne Rest durch 256 teilbar ist die Übertragung fehlerfrei.

Folgend ist ein Beispiel für die Antwort des BPM auf den Befehl „RMemS[CR]“ wiedergegeben. (Auslesen der Speicherbelegung)

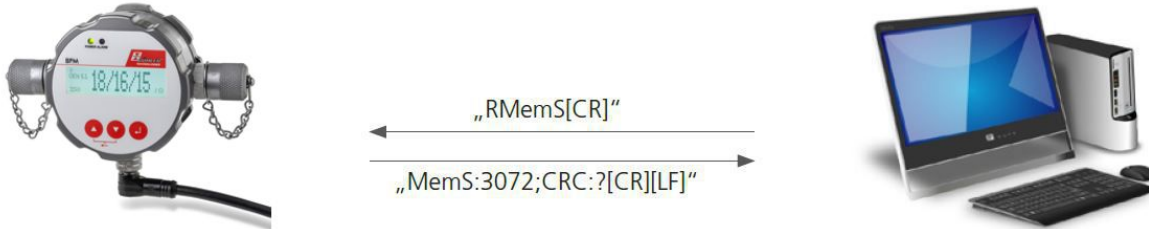


Abb. 21: Beispiel Datenübertragung RS 232 mit Checksumme

Antwort	Wertigkeit (dezimal) laut ASCII-Tabelle
M	77
e	101
m	109
S	83
:	58
3	51
0	48
7	55
2	50
[	91
-	45
]	93
;	59
C	67
R	82
C	67
:	58
?	63
[CR]	13
[LF]	10
Summe	1280 → 1280 / 256 = 5 Rest 0 → Fehlerfreie Übertragung

Tab. 17: Beispiel Checksummen-Berechnung (CRC)

5.5 Kommunikation CAN

Die CAN-Schnittstelle entspricht der „CAN 2.0B Active Specification“.

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

Datenrate	Unterstützt	CiA Draft 301	Buslänge nach CiA Draft Standard 301
1 Mbit/s	ja	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	nein	nein	750 m
50 kbit/s	nein	ja	1000 m
20 kbit/s	nein	ja	2500 m
10 kbit/s	nein	ja	5000 m

Tab. 18: Unterstützte Busgeschwindigkeiten bei CANopen und zugehörige Kabellängen

5.5.1 CANopen

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

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

Tab. 19: Elektrischen Parameter CANopen Schnittstelle

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.

Die folgende Abbildung dient nur Anschauungszwecken, die Umsetzung entspricht der CAN 2.0B Spezifikation.

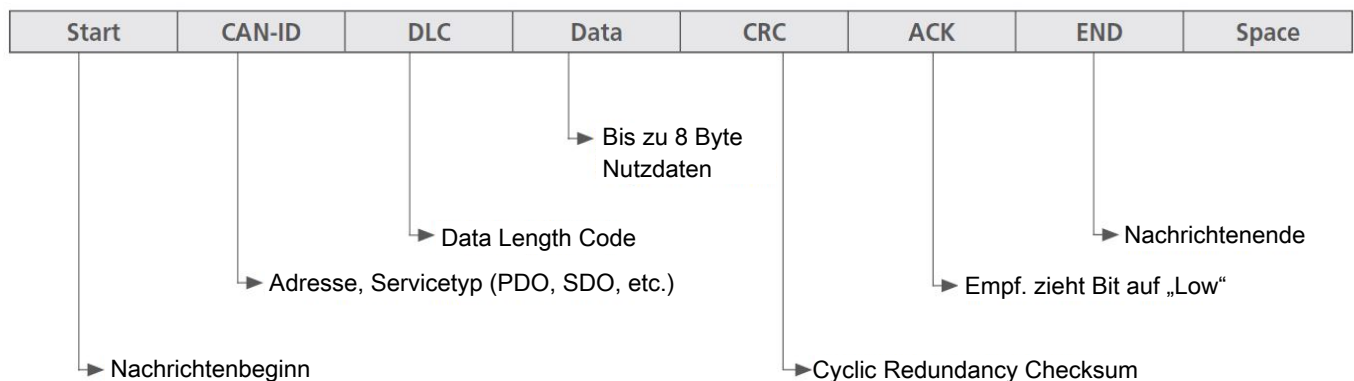


Abb. 22: CANopen Nachrichtenformat

5.5.1.1 „CANopen Object Dictionary“ allgemein

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

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

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

Tab. 20: Allgemeine CANopen Object Dictionary Struktur

5.5.1.2 CANopen Communication Objects

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

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

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

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

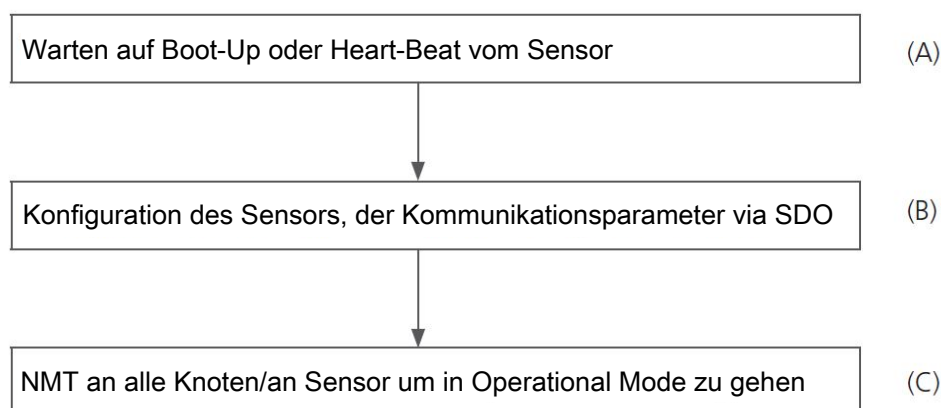


Abb. 23: CANopen Bus Initialisierungsprozess

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

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

Tab. 21: Verfügbare CANopen Dienste in verschiedenen Sensorzuständen

5.5.1.3 Service Data Object (SDO)

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

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

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

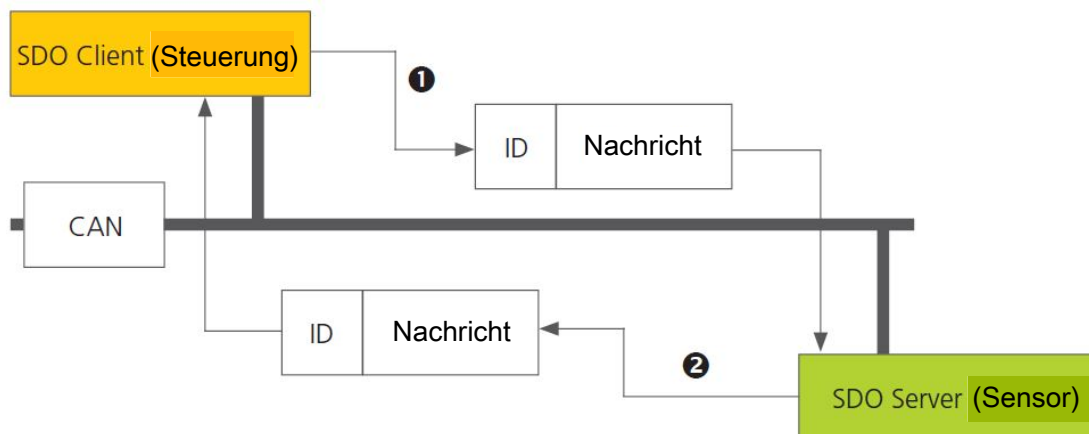


Abb. 24: SDO Client/Server Beziehung

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

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

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

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

Tab. 22: Aufbau einer SDO Nachricht

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5.5.1.4 Process Data Object (PDO)

PDOs sind ein oder mehrere Datensätze, die aus dem Objektverzeichnis in die bis zu 8 Bytes einer CAN-Nachricht gespiegelt sind, um Daten schnell und mit möglichst wenig Zeitaufwand von einem „Producer“ zu einem oder mehreren „Consumern“ zu übertragen.

Jedes PDO hat eine einzigartige COB-ID (Communication Object Identifier), wird nur von einem einzigen Knoten verschickt, kann aber von mehreren Knoten empfangen werden und braucht nicht quittiert/bestätigt zu werden.

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

- Sensor unterstützt drei 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.

Der Sensor unterstützt zwei unterschiedliche PDO Übertragungsmethoden.

1. Bei der Event- bzw. Timer-getriggerten Methode wird die Übertragung durch einen sensorinternen Timer oder Event ausgelöst.
2. Bei der SYNCH-getriggerten Methode findet die Übertragung als Antwort auf eine SYNCH-Nachricht statt (CAN-Nachricht durch einen SYNCH-Producer ohne Nutzdaten). Die Antwort mit PDO erfolgt entweder bei jedem empfangenen Synch oder einstellbar alle n-Empfangene SYNCH-Nachrichten.

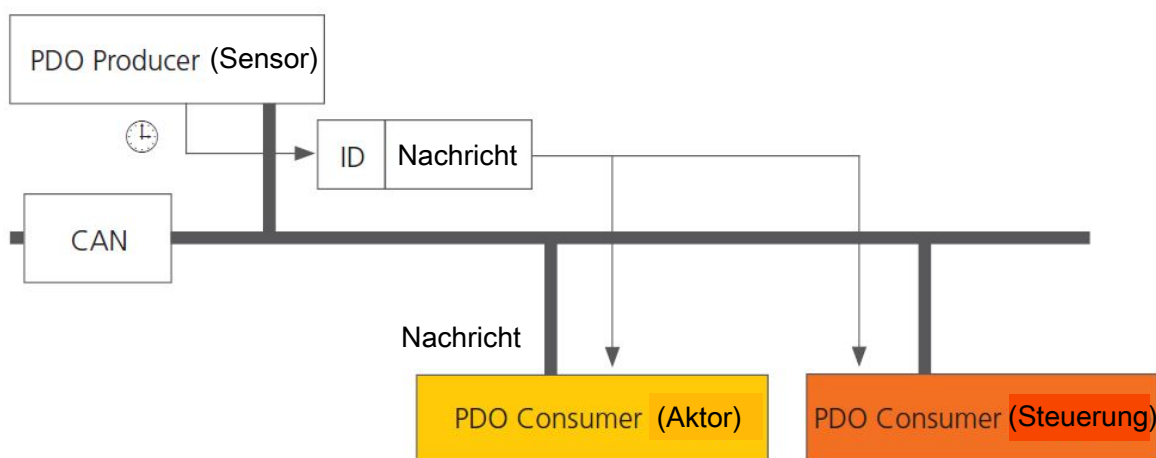


Abb. 25: PDO Consumer/Producer Beziehung

5.5.1.5 PDO Mapping

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

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

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

Tab. 27: Grundstruktur eines PDO Mappingeintrags

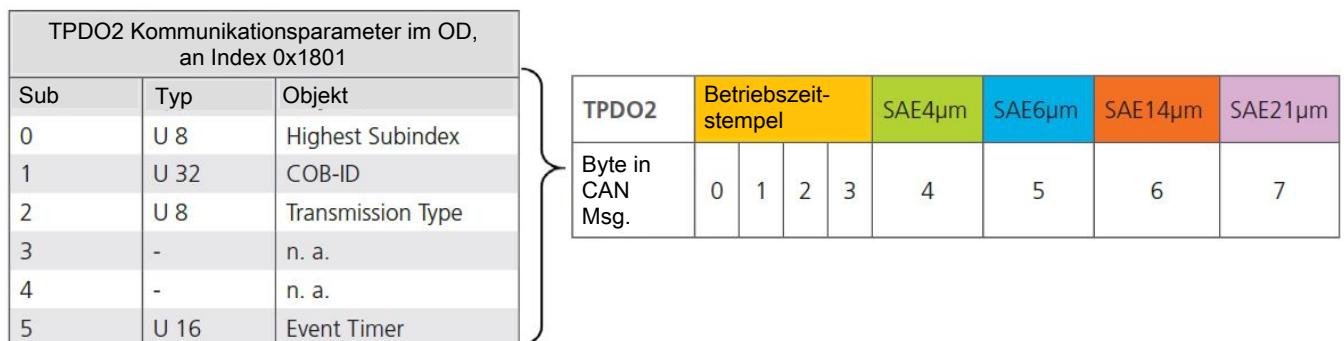
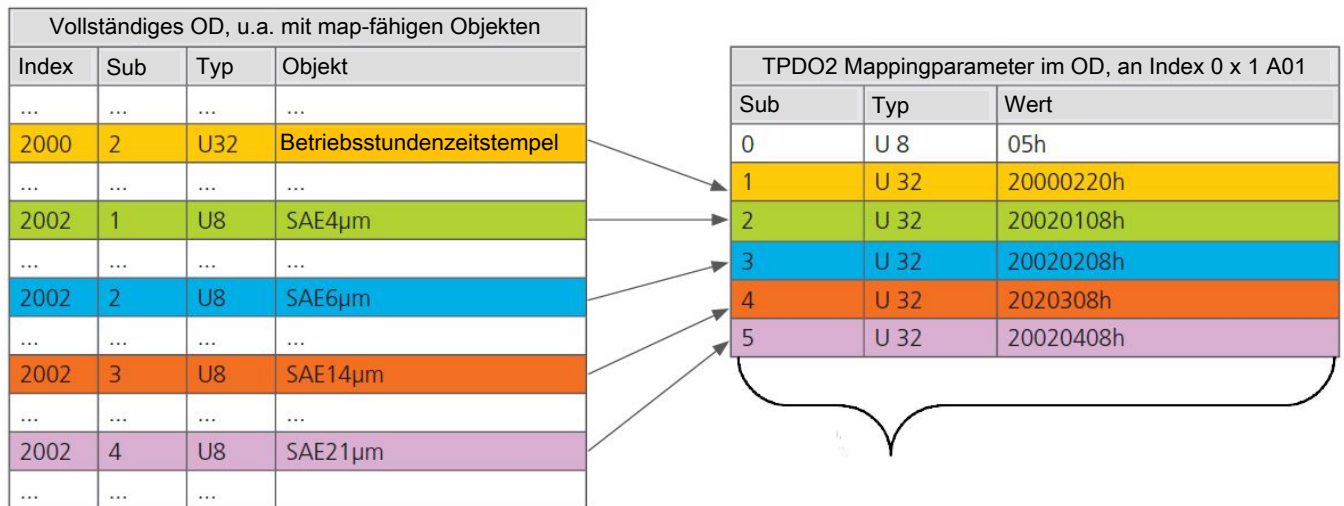


Abb. 26: Prinzip des Mappings von mehreren OD-Objekten in ein TPDO

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

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

Tab. 28: Beschreibung der TPDO Typen

5.5.1.6 „CANopen Object Dictionary“ detailliert

Das vollständige Objektverzeichnis des Sensors ist in der folgenden Tabelle aufgeführt. Die hier möglichen Einstellungen entsprechen, bis auf wenige Ausnahmen, dem CANopen Standard wie dieser in DS 301 beschrieben ist.

Idx	SIdx	name	type	Attr.	mapped on PDO	default	notes
1000h	0	device type	unsigned 32	ro		194h	sensor, see DS 404
1001h	0	error register	unsigned 8	ro		00h	mandatory see DS301
1017h	0	producer heartbeat time	unsigned 16	rw		1338h	heartbeat time in ms, range: 0..65535
1018h		identity object	record	ro			
	0	number of entries	unsigned 8	ro		04h	largest sub index
	1	vendor ID	unsigned 32	ro		000000E6h	
	2	product code	unsigned 32	ro		5B31F668	BPM100
	3	revision number	unsigned 32	ro		1000	device dependent
	4	serial number	unsigned 32	ro			device dependent
1800h		transmit PDO1 parameter	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	COB-ID	unsigned 32	rw		180h+ NodeID	COB-ID used by PDO, range: 181h..1FFh, can be changed while not operational
	2	transmission type	unsigned 8	rw		FFh	cyclic + synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	event time	unsigned 16	rw		1F4h	event timer in ms for asynchronous TPDO1, value has to be a multiple of 50 and max 12700
1801h		transmit PDO2 parameter	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	COB-ID	unsigned 32	rw		280h+ NodeID	COB-ID used by PDO, range: 281h..2FFh, can be changed while not operational
	2	transmission type	unsigned 8	re		FFh	cyclic + synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	event time	unsigned 16	rw		1F4h	event timer in ms for asynchronous TPDO2 range: 0..65000
1802h		transmit PDO3 parameter	record				
	0	Number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	COB-ID	unsigned 32	rw		380h+ NodeID	COB-ID used by PDO, range: 381h..3FFh, can be changed while not operational
	2	transmission type	unsigned 8	rw		FFh	cyclic + synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	event timer	unsigned 16	rw		1F4h	event timer in ms for asynchronous TPDO3 range: 0..65000
1803h		transmit PDO4 parameter	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	COB-ID	unsigned 32	rw		480h+ NodeID	COB-ID used by PDO, range: 481h..4FFh, can be changed while not operational
	2	transmission type	unsigned 8	rw		FFh	cyclic + synchronous, asynchronous values: 1-240, 254, 255
	5	event time	unsigned 16	rw		1F4h	event timer in ms for asynchronous TPDO3 range: 0..65000
1A00h		TPDO1 mapping parameter	record				
	0	Number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	PDO mapping for 1st app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20000220h	20000220h
	2	PDO mapping for 2nd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20010108h	ISO4µm, 1 Byte im 2001h, sub 01

	3	PDO mapping for 3rd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20010208h	ISO6µm, 1 Byte im 2001h, sub 02
	4	PDO mapping for 4th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20010308h	ISO14µm, 1 Byte im 2001h, sub 03
	5	PDO mapping for 5th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20010408h	ISO21µm, 1 Byte im 2001h, sub 04
1A01h		TPDO2 mapping parameter	record				
	0	Number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	PDO mapping for 1st app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20000220h	timestamp of the measurement, 4 Byte
	2	PDO mapping for 2nd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20020108h	SAE4µm, 1 Byte im 2002h, sub 01
	3	PDO mapping for 3rd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20020208h	SAE6µm, 1 Byte im 2002h, sub 02
	4	PDO mapping for 4th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20020308h	SAE14µm, 1 Byte im 2002h, sub 03
	5	PDO mapping for 5th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20020408h	SAE21µm, 1 Byte im 2002h, sub 04
1A02h		TPDO3 mapping parameter	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		05h	largest sub index
	1	PDO mapping for 1st app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20000120h	operating hours, 4 Byte
	2	PDO mapping for 2nd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20030108h	oil condition bits, 1 Byte
	3	PDO mapping for 3rd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20030708h	measurement bits, 1 Byte
	4	PDO mapping for 4th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20030808h	sensor status bits, 1 Byte
	5	PDO mapping for 5th app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20040008h	temperature, 1 Byte
1A03h		TPDO4 mapping parameter	record				
	0	Number of entries	unsigned 8	ro		03h	largest sub index
	1	PDO mapping for 1st app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20000220h	timestamp of the measurement, 4 Byte
	2	PDO mapping for 2nd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20060108h	NAS, 1 Byte in 2006h, sub 01
	3	PDO mapping for 3rd app obj. to be mapped	unsigned 32	co		20070108h	GOST, 1 Byte in 2007h, sub 01
2000h		time related parameters of the sensor	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		04h	largest sub index
	1	operating hours	unsigned 32	ro	y		sensor up time in seconds
	2	timestamp of the last measurement	unsigned 32	ro	y		timestamp of the last measurement
	3	laser operation hours in hours	unsigned 32	ro			laser operation hours
	4	time to calibration note S1 in hours	unsigned 32	ro			time to calibration note S1
2001h		ISO measurement	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		04h	largest sub index
	1	ISO4µm	unsigned 8	ro	y		
	2	ISO6µm	unsigned 8	ro	y		
	3	ISO14µm	unsigned 8	ro	y		
	4	ISO21µm	unsigned 8	ro	y		
2002h		SAE measurement	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		04h	largest sub index

	1	SAE4µm	unsigned 8	ro	y		offset of two to display 000, 00 and 0, valid for all classes 0 == SAE 000 1 == SAE 00 2 == SAE 0 3 == SAE 1 ... 14 == SAE 12 (maximum value)
	2	SAE6µm	unsigned 8	ro	y		
	3	SAE14µm	unsigned 8	ro	y		
	4	SAE 21µm	unsigned 8	ro	y		
2003h		condition monitoring bits	array				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		08h	largest sub index
	1	oil specific bits	unsigned 8	ro	y		concentration limit exceeded flow high flow low measurement not plausible (air...)
	2	reserved	unsigned 8	ro			
	3	reserved	unsigned 8	ro			Bit 0: calibration limit S1 reached Bit 1: calibration limit S5 reached
	4	reserved	unsigned 8	ro			
	5	reserved	unsigned 8	ro			
	6	reserved	unsigned 8	ro			
	7	measurement info	unsigned 8	ro	y		Bit0: measurement is running Bit1: operating mode: time Bit2: operating mode: Digital I/O Bit3: operating mode: Button Bit4: alarm type: (1)filter/(0)standard Bit5: power-up Bit6: concentration alarm Bit7: temperature alarm
	8	sensor alarm	unsigned 8	ro	y		Bit0: laser current high Bit1: laser current low Bit2: voltage high Bit3: voltage low Bit4: temperature high Bit5: temperature low Bit6: - Bit7: operating mode: auto
2004h	0	sensor temperature	signed 8	ro	y		temperature in °C
2005h	0	flow index	unsigned 16	ro			Flow index (0..500)
2006h		NAS measurement	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		01h	largest sub index
	1	NAS	unsigned 8	ro	y		offset of one to display 00 and 0 0 == NAS 00 1 == NAS 0 2 == NAS 1 ... 13 == NAS 12 (maximum value)
2007h		GOST measurement	record				
	0	number of entries	unsigned 8	ro		01h	largest sub index
	1	GOST 17216	unsigned 8	ro	y		offset of one to display 00 and 0 0 == GOST 00 1 == GOST 0 2 == GOST 1

						 17 == GOST 16 (maximum value)
2020h		commando	unsigned 8	wo		1 = start of a measurement 2 = stop of a measurement 3 = result between
2030h		measurement related settings	record			
	0	number of entries	unsigned 8	ro	4h	largest sub index
	1	measurement time	unsigned 32	rw		Measurement Time in s
	2	hold time	unsigned 32	rw		Time between Measurements
	3	operation mode	unsigned 16	rw		0 = time Control 1 = digital I/O 2 = button 3 = automatic
	4	history disable	unsigned 16	rw	0h	0 = history enabled 1 = history disabled
2031h		startup settings	record			
	0	number or entries	unsigned 8	ro	4h	largest sub index
	1	startmode	unsigned 16	rw	0h	0 = Network with NMT Master (Init => PreOp => Start_Remote_Node => Operational) >0 = Network without NMT Master (Init => Operational)
	2	communication type	unsigned 16	rw		enabled communication interface: 0: RS232 1: CANopen 2: auto 3: J1939
	3	baud rate CAN	unsigned 16	rw		baudrate CAN: 3: 125k 4: 250k 5: 500k 6: 1000k
	4	baud rate RS232	unsigned 16	rw		baudrate RS232: 0: 9600 1: 19200 2: 57600 3: 115200
2032h		standard & alarm related settings	record			
	0	number of entries	unsigned 8	ro	9h	largest sub index
	1	display & alarm standard	unsigned 16	rw		displayed Standard and alarm trigger bit setting 0 = ISO 1 = SAE 2 = NAS 3 = GOST
	2	alarm type	unsigned 16	rw		0 = standard alarm 1 = filter mode
	3	alarm value temperature	unsigned 8	rw		range: 0..85 °C 0 = disabled
	4	alarm value ISO/SAE4µm	unsigned 8	rw		alarm threshold 4µm (note the offset)
	5	alarm value ISO/SAE6µm	unsigned 8	rw		alarm threshold 4µm (note the offset)
	6	alarm value ISO/SAE14µm	unsigned 8	rw		alarm threshold 4µm (note the offset)
	7	alarm value ISO/SAE21µm	unsigned 8	rw		alarm threshold 4µm (note the offset)
	8	alarm value NAS	unsigned 8	rw		alarm threshold NAS (note the offset)

	9	alarm value GOST	unsigned 8	rw		alarm threshold GOST (note the offset)
2100h		readmem control functions	record			
	0	number of entries	unsigned 8	ro	4h	largest sub index
	1	size of history memory	unsigned 32	ro	device dependent	size of memory in datasets
	2	used history mem	unsigned 32	ro		used datasets within memory (corresponds internally to write pointer)
	3	reading pointer, dataset	unsigned 32	rw		autoincrementing read pointer to a dataset for history memory reading; can be between 0 and current write pointer
	4	clear history memory	unsigned 16	wo		1 = clear memory
2101h	0	readmem initiate segmented SDO data upload	unsigned 32	ro		Appropriate Pointer has to be set (with 2100sub3) before start reading, Size of the record will be sent back on reading

Tab. 29: Kommunikationsbezogenes Objektverzeichnis

5.6 Klassifizierungssysteme

Der automatische Partikelzähler (APC), der für die Kalibrierung des BPM benutzt wird, ist gemäß ISO 11171 primärkalibriert.

Die Ordnungszahlen des BPM werden gemäß ISO 4406 angezeigt. Diese werden aus den ermittelten Partikelkonzentrationen für 4, 6, 14 und 21 $\mu\text{m(c)}$ bestimmt.

Beim Nachfolger der NAS, der SAE AS und auch beim GOST Standard werden andere Größenklassen zu Grunde gelegt. Die Partikelgrößen sind mit einem geringen Genauigkeitsverlust ineinander überführbar.

5.6.1 Partikelgrößendefinition

In der Industriehydraulik werden die Partikelzahlen nach ISO 4406:1999 codiert. Mit der Ablösung des Teststaubs ACFTD durch ISO MTD sind auch die Partikelgrößen neu definiert worden.



Tab. 30: Partikelgrößendefinition

Die Größenangabe in $\mu\text{m(c)}$ ist der Durchmesser eines Kreises, der dieselbe Fläche besitzt wie die projizierte Fläche des detektierten Partikels.

Die Größenangaben von ISO-MTD und ACFTD können ineinander überführt werden. Siehe folgende Tabelle.

ISO-MTD	> 4 $\mu\text{m(c)}$	> 6 $\mu\text{m(c)}$	> 14 $\mu\text{m(c)}$	> 21 $\mu\text{m(c)}$	> 38 $\mu\text{m(c)}$	> 70 $\mu\text{m(c)}$
ACFTD	> 2 μm	> 5 μm	> 15 μm	> 25 μm	> 50 μm	> 100 μm

Tab. 31: Partikelgrößenvergleich ISO-MTD - ACFTD

5.6.1.1 Reinheitsklassen nach ISO 4406:99

Die Werte werden in kumulierter Form (alle Partikel >4 µm, alle Partikel > 6 µm, ...) zusammengezählt.

Konzentration in Partikel/m		ISO 4406:99	Anzeige BPM
Von	bis einschließlich		
2.500.000,00		> 28	28
1.300.000,00	2.500.000,00	28	28
640.000,00	1.300.000,00	27	27
320.000,00	640.000,00	26	26
160.000,00	320.000,00	25	25
80.000,00	160.000,00	24	24
40.000,00	80.000,00	23	23
20.000,00	40.000,00	22	22
10.000,00	20.000,00	21	21
5.000,00	10.000,00	20	20
2.500,00	5.000,00	19	19
1.300,00	2.500,00	18	18
640,00	1.300,00	17	17
320,00	640,00	169	16
160,00	320,00	15	15
80,00	160,00	14	14
40,00	80,00	13	13
20,00	40,00	12	12
10,00	20,00	11	11
5,00	10,00	10	10
2,50	5,00	9	9
1,30	2,50	8	8
0,64	1,30	7	7
0,32	0,64	6	≤ 6
0,16	0,32	5	≤ 6
0,08	0,16	4	≤ 6
0,04	0,08	3	≤ 6
0,02	0,04	2	≤ 6
0,01	0,02	1	≤ 6
0,00	0,01	0	0

Tab. 32: Partikelgrößenvergleich ISO-MTD - ACFTD

5.6.1.2 Reinheitsklassen nach SAE AS 4059E

Die Werte werden, wie bei der ISO, in kumulierter Form (alle Partikel >4 µm, alle Partikel >6 µm, ...) zusammengezählt.

Alle Angaben in µm (c)

Konzentration in Partikel/ml (ISO MTD)				SAE AS 4059E	Anzeige BPM
> 4 µm (A)	> 6 µm (B)	> 14 µm (C)	> 21 µm (D)		
1,95	0,76	0,14	0,03	000	000
3,90	1,52	0,27	0,05	00	00
7,80	3,04	0,54	0,10	0	0
15,60	6,09	1,09	0,20	1	1
31,20	12,20	2,17	0,39	2	2
65,20	24,30	4,32	0,76	3	3
125,00	48,60	8,64	1,52	4	4
250,00	97,30	17,30	3,06	5	5
500,00	195,00	34,60	6,12	6	6
1.000,00	389,00	69,20	12,20	7	7
2.000,00	779,00	139,00	24,50	8	8
4.000,00	1.560,00	277,00	49,00	9	9
8.000,00	3.110,00	554,00	98,00	10	10
16.000,00	6.230,00	1.110,00	196,00	11	11
32.000,00	12.500,00	2.220,00	392,00	12	12

Tab. 33: Bestimmung Reinheitsklassen nach SAE AS 4059E

5.6.1.3 Reinheitsklassen nach NAS 1638

Die NAS 1638 ist in unterschiedliche Größenklassen unterteilt. 5-15 µm, 15-25 µm, 25-50 µm, ... Weiterhin werden die Partikel differenziell und nicht wie bei ISO 4406 kumulativ gezählt.

HINWEIS! Der BPM kann nur die Größen 4, 6, 14 und 21 µm messtechnisch erfassen, daher wird die Reinheitsklasse nur in Anlehnung an die NAS 1638 ermittelt.

Eine direkte Rückrechnung von NAS zu ISO ist nicht möglich.

Die Konzentrationen werden gemäß folgendem Schema berechnet:

- Konzentration NAS(5-15µm) = Konzentration ISO6µm – Konzentration ISO14µm
- Konzentration NAS(15-25µm) = Konzentration ISO14µm – Konzentration ISO21µm
- Konzentration NAS(25-50µm) = Konzentration ISO21µm

Die entsprechende NAS Ordnungszahl wird aus der folgenden Tabelle ermittelt. Die größte der drei ermittelten NAS Ordnungszahlen stellt das Endergebnis dar.

Konzentration in Partikel/ml			NAS 1638
5-15µm	15-25µm	25-50µm	Anzeige BPM
1,25	0,22	0,01	00
2,50	0,44	0,08	0
5,00	0,89	0,16	1
10,00	1,78	0,32	2
20,00	3,56	0,63	3
40,00	7,12	1,26	4
80,00	14,25	2,53	5
160,00	28,50	5,06	6
320,00	57,00	10,12	7
640,00	114,00	20,25	8
1.280,00	228,00	40,50	9
2.560,00	456,00	81,00	10
5.120,00	910,00	162,00	11
10.240,00	1.824,00	324,00	12

Tab. 34: Bestimmung der Reinheitsklassen in Anlehnung an NAS 1638

Auch wenn kein direkter Bezug zwischen ISO 4406 und NAS 1638 besteht, kann als Anhaltspunkt die folgende Tabelle dienen.

NAS	ISO	NAS	ISO
3	- / 12 / 9	8	- / 17 / 14
4	- / 13 / 10	9	- / 18 / 15
5	- / 14 / 11	10	- / 19 / 16
6	- / 15 / 12	11	- / 20 / 17
7	- / 16 / 13		

Tab. 35: ISO 4406 und NAS 1638 im Vergleich (näherungsweise)

5.6.1.4 Reinheitsklassen nach GOST 17216

Die GOST 17216 ist in unterschiedliche Größenklassen unterteilt. 5-10 µm, 10-25 µm, 25-50 µm, ... Weiterhin werden die Partikel differentiell und nicht wie bei ISO 4406 kumulativ gezählt.

HINWEIS! Der BPM kann nur die Größen 4, 6, 14 und 21 µm messtechnisch erfassen, daher wird die Reinheitsklasse nur in Anlehnung an die GOST 17216 ermittelt.

Die angezeigte GOST-Ordnungszahl wird aus den ISO 4406 Ordnungszahlen abgeleitet.

Die folgende Tabelle zeigt die Ermittlung der der GOST Ordnungszahl. Übersteigt eine ermittelte Ordnungszahl (ISO 4, 6 oder 14 µm) den entsprechenden Wert in der Tabelle, wird die nächst höhere GOST Ordnungszahl herangezogen.

Eine direkte Rückrechnung von GOST zu ISO ist nicht möglich.

ISO 4406:99			GOST 17216
4 µm	6 µm	14 µm	Anzeige BPM
6	5	3	00
7	5	3	0
8	6	4	1
9	7	5	2
-	8	6	3
-	9	7	4
-	10	8	5
-	11	9	6
-	12	9	7
-	13	10	8
-	14	12	9
-	15	13	10
-	16	13	11
-	17	14	12
-	18	16	13
-	19	16	14
-	20	18	15
-	21	19	16
-	22	20	17

Tab. 36: Bestimmung Reinheitsklassen nach in Anlehnung an GOST 17216

6 Wartung und Reinigung

VORSICHT



Eindringender Schmutz und Flüssigkeiten führen zu Störungen

Vorzeitiger Verschleiß, Funktionsstörungen! Beschädigungsgefahr! Sachschaden
Die sichere Funktion des Partikel Monitors ist dadurch nicht mehr gewährleistet.
Achten Sie bei allen Arbeiten an der Hydraulikanlage auf größte Sauberkeit.
Verwenden Sie keinen Hochdruckreiniger.

Beschädigung der Oberfläche durch Lösemittel und aggressive Reinigungsmittel

Aggressive Reinigungsmittel können die Dichtungen des Partikel Monitors beschädigen und lassen diese schneller altern.

Verwenden Sie niemals Lösemittel oder aggressive Reinigungsmittel.

Verwenden Sie zur Reinigung keinen Hochdruckreiniger.

Beschädigung der Hydraulik und Dichtungen

Der Wasserdruck eines Hochdruckreinigers kann die Hydraulik und die Dichtungen des Partikel Monitors beschädigen.

Das Wasser verdrängt das Öl aus der Hydraulik und den Dichtungen.

Verwenden Sie zur Reinigung keinen Hochdruckreiniger.

- Verschließen Sie alle Öffnungen mit geeigneten Schutzkappen/-einrichtungen.
- Überprüfen Sie, ob alle Dichtungen und Verschlüsse der Steckverbindungen festsitzen, damit keine Feuchtigkeit in das Gerät eindringen kann.
- Reinigen Sie das Gerät ausschließlich mit einem trockenen Tuch aus nicht faserndem Gewebe.

Wartung:

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung ist das Gerät wartungsfrei.

HINWEIS



Beachten Sie bitte, dass das Gerät einer jährlichen Kalibrierung durch den Hersteller unterzogen werden muss.

Sollte diese Kalibrierung nicht durchgeführt werden, erlischt die Gewährleistung.

Instandsetzung:

Reparaturen am Gerät dürfen nur vom Hersteller oder dessen autorisierten Händlern und Niederlassungen durchgeführt werden. Für selbst ausgeführte Instandsetzungen wird keine Garantie übernommen.

7 Service und Reparatur

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

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

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

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

Weitere Informationen über unsere individuellen Servicedienstleistungen zur Wartung und Inbetriebnahme finden Sie unter <https://www.buehler-technologies.com/service>.

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

Bühler Technologies GmbH

- Reparatur/Service -

Harkortstraße 29

40880 Ratingen

Deutschland

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

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

service@buehler-technologies.com.

7.1 Hinweise zur Demontage

WARNUNG



Fehlerhafte Demontage

Durch fehlerhafte Demontage des Partikel Monitors während der Druckbeaufschlagung besteht die Gefahr des Austretens von Medien unter hohem Druck

- Schalten Sie den Partikel Monitor und die Zuleitungen druckfrei.
- Überprüfen Sie den hergestellten Zustand.
- Sichern sie die Anlage gegen das Wiedereinschalten.
- Demontieren Sie den Partikelmonitor.

7.2 Fehlersuche und Beseitigung

Fehler	Mögliche Ursache	Empfohlene Maßnahmen
- Keine Kommunikation über RS232 oder den CAN-Bus möglich. - Stromausgang < 4 mA.	Kabel nicht korrekt angeschlossen.	- Zunächst den korrekten elektrischen Anschluss des Sensors sowie des Datenkabels und des Stromkabels überprüfen. - Dabei die vorgeschriebene Anschlussbelegung berücksichtigen.
	Betriebsspannung liegt außerhalb des vorgeschriebenen Bereichs.	Gerät immer im Bereich zwischen 9 und 33 VDC betreiben.
	Kommunikationsbus falsch konfiguriert	Konfiguration im Menü unter „Kommunikation“ prüfen
Auf allen Größenkanälen werden identische Werte angezeigt.	Luft im Öl	- Betriebsdruck innerhalb des spezifizieren Bereiches erhöhen. - Entfernung zur nächsten Pumpe/Getriebe/Zylinder vergrößern.
Alle Größenkanäle zeigen den Wert 0/0/0/0 an.	Kein Volumenstrom	- Zu- und Ableitung auf korrekte Installation prüfen. - Betriebsdruck innerhalb des spezifizieren Bereiches erhöhen.
	Es liegt kein gültiges Messergebnis vor	- Konfiguration und Messmodus prüfen. - Sicherstellen, dass eine Messung beginnt und abgeschlossen wird.
	Messzelle verschmutzt (Im Display blink das Symbol [▶])	- Gerät mit sauberem Öl oder Lösungsmittel (z.B. Isopropanol) reinigen. - Mit sauberem Öl in entgegengesetzte Richtung spülen.
	Messzelle defekt (Im Display blink das Symbol [▶])	Bitte nehmen Sie Kontakt zum Bühler Technologies GmbH Service auf.
- Laserstrom hoch. - Photospannung niedrig.	Luft im Öl	- Betriebsdruck innerhalb des spezifizieren Bereiches erhöhen. - Entfernung zur nächsten Pumpe/Getriebe/Zylinder vergrößern.
	Messzelle verschmutzt	- Gerät mit sauberem Öl oder Lösungsmittel (z.B. Isopropanol) reinigen. - Mit sauberem Öl in entgegengesetzte Richtung spülen.
- Auf dem Display steht dauerhaft "no valid application". - Das Gerät startet immer wieder neu.	Das Basissystem hat eine Störung. (Alle Kommunikationsleitungen werden automatisch deaktiviert.)	Bitte nehmen Sie Kontakt zum Bühler Technologies GmbH Service auf.
Keine serielle Kommunikation.	Schnittstellenkonfiguration ist fehlerhaft	- Überprüfen und korrigieren Sie ggf. die Einstellungen der Schnittstellenparameter (z.B. 9600, 8,1, N, N). - Testen Sie die Kommunikation mit Hilfe eines Terminal-Programms.
	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.
	Num-Lock-Taste ist deaktiviert	Aktivieren Sie die NumLock-Taste.
	Feststelltaste ist eingerastet (Großschreibung)	Deaktivieren Sie die Großschreibung, in dem Sie die Umschalttaste lösen.
	Kabel falsch angeschlossen oder defekt	Verwenden Sie möglichst originale Datenkabel.

Tab. 37: Fehlersuche und Beseitigung

7.3 Zubehör

Art. Nr.	Bezeichnung
1590001006	Rekalibrierung
1590001001	Datenkabel RS232
1590001002	USB/RS232 Adapter
1590001003	Netzteil Spannungsversorgung
1590001004	Minimess-Anschluss mit Durchflussregler
1590001011	CM-Terminal (siehe separates Datenblatt Nr. 150107)

8 Entsorgung

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

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



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

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



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

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

Bühler Technologies GmbH
WEEE
Harkortstr. 29
40880 Ratingen
Deutschland

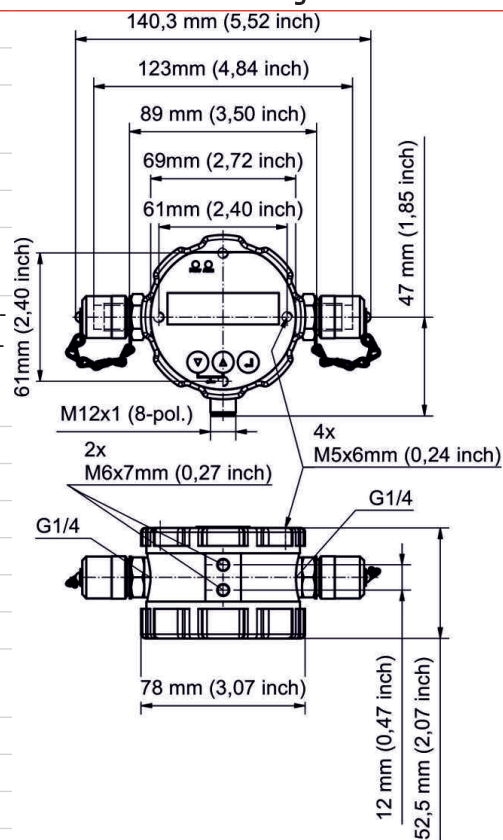
Bitte beachten Sie auch die Regeln des Datenschutzes und dass Sie selbst dafür verantwortlich sind, dass sich keine personenbezogenen Daten auf den von Ihnen zurückgegebenen Altgeräten befinden. Stellen Sie bitte deshalb sicher, dass Sie Ihre personenbezogenen Daten vor Rückgabe von Ihrem Altgerät löschen.

9 Anhang

9.1 Technische Daten

BPM-100-000-1DC2S1A	1DC2S1A
Ausführung:	Kompaktgerät mit Minimess-Adapter
Prozessanschluss:	G 1/4" und Minimess-Adapter M16x2
Material Medienberührend:	Edelstahl, Saphir, Chrom, NBR, Minimess-Kupplung: Zink/Nickel
Mediumstemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Umgebungstemperatur:	-20 °C bis +85 °C
Druckfestigkeit:	420 bar dynamisch 600 bar statisch
Kompatible Flüssigkeiten:	Mineralöle (H, HL, HLP, HLPD, HVLP), synthetische Ester (HETG, HEPG, HEES, HEPR), Polyalkylenglykole (PAG), Zink- und Aschefreie Öle (ZAF), Polyalfaoleofine (PAO)
Gewicht:	720 g
Eingangsgroße	
Durchflussbereich:	50...400 ml/min
Betriebsspannung (U _B):	9 – 33 V DC
Stromaufnahme:	max. 0,3 A
Messbereich	[Ordnungszahl]
ISO 4406:99:	0...28 Anzeige 10...22 kalibriert
SAE AS 4059E:	0...12 Anzeige
NAS 1638 angelehnt:	0...12 Anzeige
GOST 17216 angelehnt:	0...17 Anzeige
Größenkanäle:	4, 6, 14, 21 µm
Messgenauigkeit im kalibrierten Bereich:	±1 Ordnungszahl
Zusätzliche sekundäre Messgrößen:	Temperatur, Volumenstrom, Betriebsstunden
Ausgang 1DC:	RS232/CAN-Open/SAE J1939
Eingang/Ausgang 2S:	High/low, open collector
Ausgang 1A:	4-20 mA getaktet

Abmessungen



9.2 Standard Anschlussbelegung

Steckverbindung	M12 (Sockel)
Polzahl	8 pol.
Spannung	max. 33 V DC
Schutzart mit aufgeschraubter Kabeldose IP67	IP67
Ausführung	1DC2S1A
Anschlussbild	
1	L+
2	L-
3	TxD, CAN low [OUT]
4	RxD, CAN high [IN]
5	Schalteingang [high/low]
6	Analoger Ausgang 4...20 mA
7	Schaltausgang [high/low]
8	Signalmasse
Schirm	-

9.3 Kabellängen

Die Tabellen zeigen die maximalen Kabellängen für verschiedene Übertragungsraten.

Baudrate	Max. Kabellänge
9600	150 m
19200	15 m
57600	5 m
115200	<2 m

Tab. 38: Kabellängen RS 232

9.4 Partikelverschmutzungen

Die im System erforderliche Ölreinheit hängt von den Komponenten, welche am empfindlichsten auf Verschmutzungen reagieren, ab. Sollte der Komponentenhersteller keinerlei spezifische Informationen über die erforderliche Ölreinheit oder Filterfeinheit angeben, ist es ratsam die Ölreinheit auf Grundlage der unten dargestellten Tabellen zu bestimmen.

Die aufgeführten Referenzwerte für Standard Komponenten beziehen sich auf einen Basisdruckbereich von 160 ... 210 bar.

Systemkomponente	Geforderte Reinheitsklasse nach ISO 4406	
Pumpen	Axial Kolben Pumpen	21 / 18 / 15
	Radial Kolben Pumpen	21 / 18 / 15
	Zahnradpumpen	21 / 18 / 15
	Flügelzangenpumpen	20 / 17 / 14
Motoren	Axial Kolben Motoren	21 / 18 / 15
	Radial Kolben Motoren	21 / 18 / 15
	Getriebemotoren	21 / 18 / 15
	Lamellenmotoren	20 / 17 / 14
Ventile	Wegeventile	21 / 18 / 15
	Druckventile	21 / 18 / 15
	Stromregelventile	21 / 18 / 15
	Rückschlagventile	21 / 18 / 15
	Proportional Ventile	20 / 17 / 14

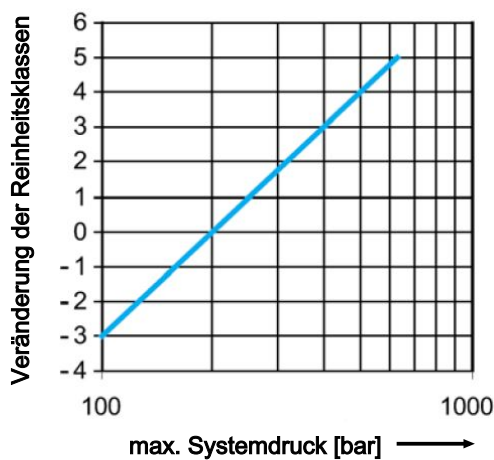
Tab. 39: Reinheitsklassen für Systemkomponenten

Ist der Betriebsdruck in einem System erhöht, ist es notwendig die Öleinheit zu verbessern, um die gleiche Verschleißbeständigkeit der Komponenten wie bei Normaldruck sicherzustellen.

Die folgende Tabelle zeigt die erforderliche Änderung der Öleinheit, wenn sich der Betriebsdruck im Verhältnis zum Grunddruckbereich von 160 ... 210 bar ändert.

Betriebsdruck in bar	Änderung der Öleinheit
<100	3 Klassen schlechter
100 ... 160	1 Klasse schlechter
160 ... 210	Okay
210 ... 250	1 Klasse besser
250 ... 315	2 Klassen besser
315 ... 420	3 Klassen besser
420 ... 500	4 Klassen besser
500 ... 630	5 Klassen besser

Tab. 40: Änderung der Reinheitsklassen bei verändertem Betriebsdruck



Beispiel:

In einem System mit Zahnradpumpe und Proportionalventilen ist eine Öleinheit von 20/17/14 nach ISO 4406 für einen Betriebsdruck von 210 bar erforderlich. Wird der Betriebsdruck auf 250 bar erhöht, zeigt die Tabelle, dass die Öleinheit um 1 Klasse auf 19/16/13 zu senken ist.

Die erforderliche Öleinheit wird auch durch andere Einflussgrößen bestimmt:

- Erwartete Lebensdauer der Maschine.
- Kosten für Reparaturen/Ersatzteile.
- Kosten durch Stillstandszeiten und Unterbrechungen.
- Anforderungen für die Sicherheit des Systems (diese werden nicht nur durch die Reinheit des Öls beeinflusst).

Wenn einer dieser Aspekte besonders wichtig ist, sollte die erforderliche Öleinheit um eine Klasse verbessert werden. Wenn zwei oder mehr Kriterien zutreffen, sollte die erforderliche Öleinheit um zwei Klassen verbessert werden.

10 Beigefügte Dokumente

- Konformitätserklärung KX150002
- RMA - Dekontaminierungserklärung

EU-Konformitätserklärung
EU-declaration of conformity



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

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

2014/30/EU

(Elektromagnetische Verträglichkeit / *electromagnetic compatibility*)

in ihrer aktuellen Fassung entsprechen.

in its actual version.

Produkt / products: Bühler Partikel Monitor / *Bühler Particle Monitor*
Typ / type: BPM-100

Das Betriebsmittel dient zur Überwachung der Partikel innerhalb von Öl.
The equipment is intended for monitoring the particles within the oil.

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

EN 61000-6-2:2005/AC:2005

EN 61000-6-4:2007/A1:2011

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

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

Ratingen, den 16.04.2021


Stefan Eschweiler
Geschäftsführer – *Managing Director*


Frank Pospiech
Geschäftsführer – *Managing Director*

RMA-Formular und Erklärung über Dekontaminierung

RMA-Form and explanation for decontamination



RMA-Nr./ RMA-No.

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

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

Firma/ Company

Firma/ Company

Straße/ Street

PLZ, Ort/ Zip, City

Land/ Country

Gerät/ Device

Anzahl/ Quantity

Auftragsnr./ Order No.

Ansprechpartner/ Person in charge

Name/ Name

Abt./ Dept.

Tel./ Phone

E-Mail

Serien-Nr./ Serial No.

Artikel-Nr./ Item No.

Grund der Rücksendung/ Reason for return

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

bitte spezifizieren/ please specify

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

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



☐
explosiv/
explosive



☐
entzündlich/
flammable



☐
brandfördernd/
oxidizing



☐
komprimierte
Gase/
compressed
gases



☐
ätzend/
caustic



☐
giftig,
Lebensgefahr/
poisonous, risk
of death



☐
gesundheitsge-
fährdend/
harmful to
health



☐
gesund-
heitsschädlich/
health hazard



☐
umweltge-
fährdend/
environmental
hazard

Bitte Sicherheitsdatenblatt beilegen! / Please enclose safety data sheet!

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

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

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

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

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

Firmenstempel/ Company Sign

Datum/ Date

rechtsverbindliche Unterschrift/ Legally binding signature



Vermeiden von Veränderung und Beschädigung der einzusendenden Baugruppe

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

Umgang mit elektrostatisch sensiblen Baugruppen

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

Einbau von Ersatzteilen

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

Einsenden von Elektroaltgeräten zur Entsorgung

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

Avoiding alterations and damage to the components to be returned

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

Handling electrostatically conductive components

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

Fitting of spare parts

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

Returning old electrical appliances for disposal

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

