

Bedienungsanleitung

True-Color-Sensor mit IO-Link



Bestellcode: BFS000M
Typenbezeichnung: BFS 33M-GSI-F01-S75

Dokumentnummer: 920684 D | 0726 | 03.123343 | Ausgabe J16 ersetzt Ausgabe F16 | Änderungen vorbehalten

Inhalt

1.	Einleitung.....	3
2.	Sicherheitshinweise.....	4
3.	Technische Daten.....	5
3.1.	Allgemeines	5
3.2.	IO-Link	5
3.3.	Anzeigeelemente	5
3.4.	Montage	6
3.5.	Anschluss.....	6
4.	Inbetriebnahme.....	7
4.1.	Schritt 1: Montage	7
4.2.	Schritt 2: Umgebungslichtkompensation.....	7
4.3.	Schritt 3: Sensor kalibrieren	8
4.4.	Schritt 4: Auswahl Betriebsmodus.....	8
4.5.	Schritt 5: Produkt einlernen	8
4.6.	Erläuterungen.....	11
5.	Aktuellen Sensorstatus lesen.....	15
5.1.	Erläuterungen.....	15
6.	Aktuelle Messwerte lesen	16
7.	Prozessdaten	17
8.	Servicedaten	18
8.1.	System Parameter	18
8.2.	Identifikationsparameter	19
8.3.	Diagnose Parameter	19
8.4.	System Kommando.....	20
8.5.	Sensorspezifische Parameter.....	21
9.	Fehlernummern	25

Tabellen:

Tabelle 1 :	System Parameter	18
Tabelle 2 :	Identifikationsparameter.....	19
Tabelle 3 :	Diagnose Parameter	19
Tabelle 4 :	System Kommandos.....	20
Tabelle 5 :	Sensorspezifische Parameter	22
Tabelle 6 :	Fehlernummern	25

1. Einleitung

Funktion

Der BFS 33M ist ein so genannter Echtfarbensensor. Er arbeitet im CIELab-Farbraum, der alle vom Menschen wahrnehmbaren Farben abdeckt.

Der Sensor sendet weißes LED-Licht zum zu erfassenden Objekt. Die vom Objekt reflektierten Anteile werden vom Sensor detektiert und analysiert. Dadurch kann die Objektfarbe sehr genau bestimmt werden.

Diese Betriebsanleitung beschreibt, wie Objekte bzw. Objektfarben parametrieren werden. Insgesamt können 255 Farben (0x01...0xFF) und eine Hintergrundfarbe eingelernt werden. Jeder Farbe kann zusätzlich eine Toleranz zugeordnet werden.

Alternativ dazu können sowohl CIELab-Farbwerte als auch XYZ-Farbwerte direkt über die Parameterdaten ausgelesen werden. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt in diesem Fall in der übergeordneten Steuerung.

Applikation

Der Sensor hat zwei verschiedene Betriebsmodi. Im Modus **Best-Fit** wählt der Sensor automatisch das am besten passende Objekt aus. Im Modus **Precise** wird ein Objekt bzw. eine Farbe nur dann erkannt, wenn es bzw. sie innerhalb der gewählten Toleranz liegt. Diese Möglichkeiten eröffnen ein breites Anwendungsspektrum von der Objekterkennung bis hin zur Qualitätskontrolle.

Kalibrierung

Um die maximale Genauigkeit der Farberkennung zu erreichen, ist zunächst ein stabiler Messaufbau notwendig. Im nächsten Schritt ist die Kalibrierung durchzuführen. Verwenden Sie dafür idealerweise die Referenzkarte aus dem Lieferumfang und parametrieren Sie den aufgedruckten Y-Wert. Alternativ dazu können Sie auch normales, weißes Druckerpapier verwenden und den Y-Wert auf 90,0 einstellen.

Kommunikation

Die Kommunikation mit dem Master bzw. der Steuerung erfolgt ausschließlich über IO-Link. Damit lassen sich alle im Folgenden beschriebenen Funktionen auswählen und nutzen. Die 2 Byte langen Prozessdaten beinhalten u.a. die Produktnummer der am besten passenden Farbe. Es kann immer nur eine der eingelernten Farben aktiv sein. Kann die aktuelle Farbe keinem der Produkte zugeordnet werden oder wird die Hintergrundfarbe erkannt, dann wird dies ebenfalls in den Prozessdaten angezeigt.

Zykluszeit

Die minimale Zykluszeit des Sensors beträgt 9,2 ms. Deshalb ist der Sensor nicht für Applikationen in schnellen Prozessen geeignet. Für schnellere Prozesse empfehlen wir den Sensor BFS000L mit einer maximalen Schaltfrequenz von 1,5 kHz.

Überzeugen Sie sich von der Leistungsfähigkeit des Sensors indem Sie die einzelnen Schritte der Anleitung chronologisch durchgehen. Bitte halten Sie bei der Inbetriebnahme die richtige Reihenfolge ein. Nur dann holen Sie das Maximale aus Ihrem neuen Balluff-Produkt heraus.

2. Sicherheitshinweise

Diese optoelektronischen Sensoren dürfen nicht in Anwendungen eingesetzt werden, in denen die Sicherheit von Personen von der Gerätefunktion abhängt (kein Sicherheitsbauteil gemäß EU-Maschinenrichtlinie).

Vor Inbetriebnahme ist die Betriebsanleitung sorgfältig zu lesen.



Freie Gruppe nach IEC 62471:2009.
NICHT IN DEN LICHTSTRAHL BLICKEN!
Gefahr von Blendung und Irritation!

Der Sensor ist so zu montieren, dass auch während des Betriebs kein direkter Blick in die Lichtquelle möglich ist.

Mit dem CE-Zeichen bestätigen wir, dass unsere Produkte den Anforderungen der EG-Richtlinien 2014/30/EG und des EMV-Gesetzes entsprechen. In unserem EMV-Labor, das von der DATech für Prüfungen der elektromagnetischen Verträglichkeit akkreditiert ist, wurde der Nachweis erbracht, dass die Balluff-Produkte die EMV-Anforderungen der Norm EN 60947-5-2 erfüllen.

3. Technische Daten

3.1. Allgemeines

Anzahl Produkte 255 + Hintergrund

3.2. IO-Link

Betriebsspannung: 24 VDC +/-10%
Stromaufnahme: < 60 mA
Anschluss: M8 Stecker, 4-polig
IO-Link-Version: V1.1
Übertragungsrate: 230,4 kbit/s (COM3)
Prozessdatenlänge: 2 Byte
Frame Typ: TYPE_2_V
Minimale Zykluszeit: 9,2 ms

3.3. Anzeigeelemente

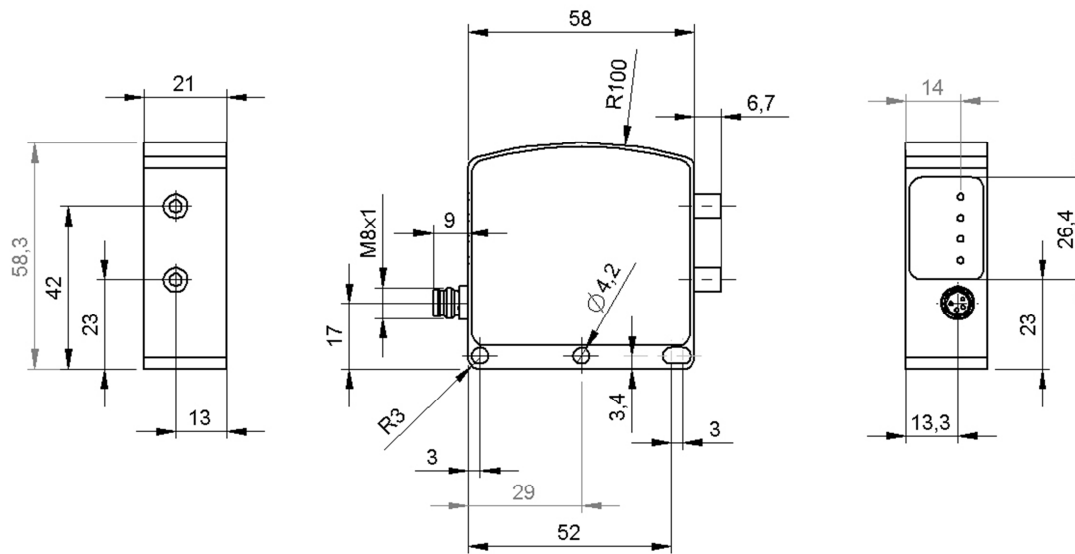
Power (LED Grün): leuchtet bei Anliegen der Versorgungsspannung 24 VDC
 blinkt während Aktualisierung der Firmware des Sensors

Com (LED Grün): leuchtet bei aktiver IO-Link Verbindung

Out (LED Gelb): leuchtet, wenn eines der Produkte (1...255) vom Sensor
 detektiert wurde

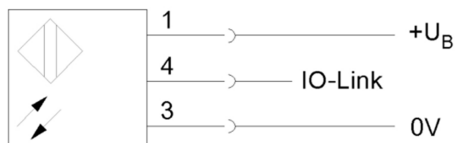
Error (LED Rot): leuchtet bei Übersteuerung des Sensorsignals

3.4. Montage



Der Sensor wird mit Hilfe von zwei bzw. drei M4 Schrauben montiert. Anschließend wird die Faseroptik montiert. Bitte beachten Sie dabei die richtige Belegung von Sender und Empfänger. Siehe dazu entsprechende Aufdrucke am Sensor bzw. an der Faseroptik.

3.5. Anschluss



Der Sensor wird mit einem 4-poligen M8 Stecker an den Master angeschlossen. Pin 2 wird nicht genutzt.

4. Inbetriebnahme

Der Sensor wird in fünf Schritten in Betrieb genommen. Dabei ist die richtige Reihenfolge der einzelnen Schritte einzuhalten.

4.1. Schritt 1: Montage

1. Sensor BFS 33M mit zwei M3 Schrauben montieren.
2. Faseroptik am Sensor montieren (Sender und Empfänger richtig belegen).
3. Faserkopf so positionieren, dass eine sichere Erfassung des abzufragenden Objektes möglich wird.

Hinweise:

- Die zulässigen Objektabstände hängen von der Faseroptik und von optionalen Zusatzoptiken ab.
 - Stellen Sie den Faserkopf bei glänzenden Objekten etwas schräg (ca. 20°).
 - Sensor, Faseroptik und deren Kopf sind vibrationsfrei und fest zu montieren.
4. Sensor an einen IO-Link-Master anschließen.
 5. Sensor parametrieren (siehe dazu Schritte 2 bis 5).

4.2. Schritt 2: Umgebungslichtkompensation

Diese Funktion wird nur **optional** bei besonders kritischen Anwendungen ausgewählt.

Beispiel für besonders kritische Anwendungen:

Nutzung einer Optik, bei der der Strahlengang von Sender und Empfänger durch einen gemeinsamen ‚optomechanischen‘ Pfad geht.

1. Lichtleiter ins ‚Leere‘ schauen lassen.
2. Wert 0xA3 (Compensate Environment) an Index 0x0002 (Systemkommando) senden.
3. 20 s warten und die Position des Lichtleiters nicht verändern.
4. Abfrage von Index 0x0407 Subindex 0x03 liefert den aktuellen Status der Kompensation.
5. Abfrage so lange wiederholen, bis Status 0x01 gemeldet wird.

Statuswerte und deren Bedeutung:

Wert 0x05: Kompensation läuft

Wert 0x01: Kompensation erfolgreich beendet (Parameter sind gespeichert)

Wert 0x07: Fehler (Kompensation wiederholen)

6. Wert 0x01 an Index 0x00BF Subindex 0x00 senden: Kompensation ist aktiviert.

4.3. Schritt 3: Sensor kalibrieren

1. Die Referenzkarte für die Kalibrierung in Messposition einlegen. Diese ist im Lieferumfang des Sensors enthalten. Die Position der Referenzkarte muss exakt der Position des abzufragenden Objektes entsprechen.
2. Die Verstärkung auf Autogain einstellen. Dafür Wert 1 an Index 0x00BE Subindex 0x02 senden.
Alternativ dazu Wert 0 an Index 0x00BE Subindex 0x02 senden, um die automatische Verstärkungseinstellung zu deaktivieren. Mit Index 0x00BE Subindex 0x01 die Verstärkung des Sensors manuell so einstellen, dass keine Übersteuerung des Sensorsignals vorliegt. (Siehe dazu Bit 15 / Byte 0 in den Prozessdaten.)
Ist das Signal übersteuert, Verstärkung reduzieren und / oder Objektabstand erhöhen.
3. Mit Index 0x0401 den Y-Sollwert für die Kalibrierung vorgeben. (Der Y-Wert steht auf der Referenzkarte.) Wenn keine Referenzkarte verfügbar ist, ein weißes Blatt Papier verwenden. (Als Y-Wert dafür 90,0 eingeben.)
4. Wert 0xA4 an Index 0x0002 (Systemkommando) senden um Kalibrierung auszuführen.
5. 10 s warten bis die Kalibrierung durchgeführt ist.
6. Die Abfrage von Index 0x0407 Subindex 0x02 liefert den aktuellen Status der Kalibrierung.
7. Abfrage so lange wiederholen, bis Status 0x01 gemeldet wird.

Statuswerte und deren Bedeutung:

Wert 0x05: Kalibrierung läuft

Wert 0x01: Kalibrierung erfolgreich beendet (Parameter sind gespeichert)

Wert 0x07: Fehler (Kalibrierung wiederholen)

4.4. Schritt 4: Auswahl Betriebsmodus

Der Sensor verfügt über zwei verschiedene Betriebsmodus.

1. Best-Fit-Mode

Wert 0x00 an Index 0x0402 Subindex 0x00 senden. **Best-Fit-Mode** ist aktiviert.

2. Precise-Mode

Wert 0x01 an Index 0x0402 Subindex 0x00 senden. **Precise-Mode** ist aktiviert.

Für Standard Anwendungen wird der Best-Fit-Mode empfohlen.

4.5. Schritt 5: Produkt einlernen

Der Sensor bietet insgesamt **vier** Möglichkeiten, Produkte einzulernen.

Für den **Best-Fit Mode** gibt es **zwei** Möglichkeiten

1. Möglichkeit **A1** ist ein komfortabler, automatisierter Teach-In-Vorgang direkt auf das abzufragende Produkt. **Dieser Teach-In-Vorgang wird für Standard Anwendungen empfohlen.**
2. Möglichkeit **A2** beschreibt die manuelle Eingabe von Zahlenwerten.

Für den **Precise-Mode** gibt es **zwei** Möglichkeiten

1. Möglichkeit **B1** ist ein komfortabler, automatisierter Teach-In-Vorgang direkt auf das abzufragende Produkt.
2. Möglichkeit **B2** beschreibt die manuelle Eingabe von Zahlenwerten.

A1: Teach-In-Vorgang (automatisch mit Objekt) im Best-Fit-Mode

1. Produkt vor dem Sensor positionieren.
2. Wartezeit einhalten (siehe dazu Tabelle W).
3. Index 0x0400 Subindex 0x1: Produktnummer (1...255) auswählen.
(Das Produkt ist damit automatisch aktiviert, die Toleranz wird in diesem Modus automatisch eingestellt.)
4. Prozedur bei Bedarf für verschiedene Produkte wiederholen. Dabei muss jedes Mal eine neue Produktnummer (1...255) vergeben werden.
5. Produkt entnehmen (Sensor erkennt den Hintergrund).
6. Wartezeit einhalten (siehe dazu Tabelle W).
7. Index 0x0400 Subindex 0x1: Produktnummer für Hintergrund (65535) eingeben
(Der Hintergrund wird damit automatisch eingelernt und aktiviert.)

Erst damit ist der Sensor voll betriebsbereit!

Mit der Wartezeit nach der Positionierung des Sensors wird sichergestellt, dass sich beim Sensor ein stabiler Arbeitszustand eingestellt hat, bevor die aktuellen Messwerte des Sensors übernommen werden. Die Wartezeit hängt direkt vom eingestellten Wert der Mittelwertbildung ab, d.h. bei einem höheren Wert ist die Wartezeit länger.

Mittelwertbildung	Wartezeit
1	20 ms
2	40 ms
4	80 ms
16	300 ms
64	1,3 s
256	5,1 s
1024	20,5 s

Tabelle W: Wartezeit nach der Positionierung des Sensors.

A2: Manuelle Vorgabe der Sollwerte für Produkte (ohne Objekt) im Best-Fit-Mode

1. Index 0x0404: Produktnummer (1...255) auswählen.
2. Index 0x0405 Subindex 0x2 bis 0x4: CIELab Sollwerte für das Produkt eingeben.

(Die Toleranz wird in diesem Modus automatisch ermittelt.)

3. Index 0x0405 Subindex 0x1: Freigabe Produkt (1...255) aktivieren.
4. Prozedur bei Bedarf für verschieden Produkte wiederholen. Dabei muss jedes Mal eine neue Produktnummer (1...255) vergeben werden.
5. Index 0x0403 Subindex 0x2 bis 0x4: CIE Lab Sollwerte für den Hintergrund eingeben.
6. Index 0x0403 Subindex 0x1: Freigabe Hintergrund aktivieren.

(Die Toleranzen werden in diesem Modus automatisch ermittelt.)

Erst damit ist der Sensor voll betriebsbereit!

B1: Teach-In-Vorgang (automatisch mit Objekt) im Precise-Mode

1. Produkt vor dem Sensor positionieren.
2. Wartezeit einhalten (siehe dazu Tabelle W).
3. Index 0x0400 Subindex 0x2: Toleranz Delta E eingeben.
4. Index 0x0400 Subindex 0x1: Produktnummer (1...255 bzw. 0x01...0xFF) auswählen.
(Das Produkt ist damit automatisch aktiviert).
Erst damit ist der Teach-In-Vorgang abgeschlossen!
5. Prozedur bei Bedarf für verschieden Produkte wiederholen. Dabei muss jedes Mal eine neue Produktnummer (1...255) vergeben werden.
Optional dazu kann der Hintergrund folgendermaßen eingelernt werden.
6. Produkt entnehmen (Sensor erkennt den Hintergrund).
7. Wartezeit einhalten (siehe dazu Tabelle W).
8. Index 0x0400 Subindex 0x2: Toleranz Delta E eingeben.
9. Index 0x0400 Subindex 0x1: Produktnummer (65535 bzw. 0xFFFF) für Hintergrund vergeben (der Hintergrund wird damit automatisch aktiviert)

Erst damit ist der Sensor voll betriebsbereit!

Mit der Wartezeit nach der Positionierung des Sensors wird sichergestellt, dass sich beim Sensor ein stabiler Arbeitszustand eingestellt hat, bevor die aktuellen Messwerte des Sensors übernommen werden. Die Wartezeit ist direkt verknüpft mit dem eingestellten Wert der Mittelwertbildung, d.h. bei einem höheren Wert ist eine längere Wartezeit notwendig.

Mittelwertbildung	Wartezeit
1	20 ms
2	40 ms
4	80 ms
16	300 ms
64	1,3 s
256	5,1 s
1024	20,5 s

Tabelle W: Wartezeit nach der Positionierung des Sensors.

Nachträgliche Einstellung der Toleranz:

Um die Toleranz nach dem Teach-In-Vorgang zu justieren, zunächst mit Index 0x0404 die Produktnummer auswählen und dann mit Index 0x0405 Subindex 0x5 die Toleranz vorgeben. Für den Hintergrund wird Index 0x0403 Subindex 0x5 verwendet.

B2: Manuelle Vorgabe der Sollwerte für Produkte (ohne Objekt) im Precise-Mode

1. Index 0x0404: Produktnummer (1...255) auswählen.
2. Index 0x0405 Subindex 0x2 bis 0x4: CIELab Sollwerte für das Produkt eingeben.
3. Index 0x0405 Subindex 0x5: Toleranz Delta E eingeben.
4. Index 0x0405 Subindex 0x1: Freigabe Produkt aktivieren.
5. Prozedur bei Bedarf für verschieden Produkte wiederholen. Dabei muss jedes Mal eine neue Produktnummer (1...255) vergeben werden.

Optional kann der Hintergrund folgendermaßen eingelernt werden.

6. Index 0x0403 Subindex 0x2 bis 0x4: CIELab Sollwerte für den Hintergrund eingeben.
7. Index 0x0400 Subindex 0x5: Toleranz Delta E eingeben für den Hintergrund eingeben.
8. Index 0x0403 Subindex 0x1: Freigabe Hintergrund aktivieren.

Erst damit ist der Sensor voll betriebsbereit!

Nachträgliche Einstellung der Toleranz:

Um die Toleranz nach dem Teach-In-Vorgang zu justieren, zunächst mit Index 0x0404 die Produktnummer (1...255) auswählen und dann mit Index 0x0405 Subindex 0x5 die Toleranz vorgeben. Für den Hintergrund wird Index 0x0403 Subindex 0x5 verwendet.

Für weitere Produkte Vorgang mit neuer Produktnummer wiederholen.

4.6. Erläuterungen

Erläuterung zu Schritt 2 (Umgebungskompensation)

Die Funktion Umgebungskompensation wird nur dann verwendet, wenn der Sensor Streulicht seiner eigenen Lichtquelle (z.B. innerhalb einer separaten Optik) empfängt. Dieses Streulicht führt zu einem Offset, der eine qualifizierte Bewertung des Signals erschwert.

Während der Kompensation darf sich nichts (kein Produkt und kein Objekt) vor der Optik befinden.

Die Umgebungskompensation wird durch Aktivieren der Freigabe der Kompensation (Index 0x00BF – Wert = 0x01) auf dem Sensor aktiv. Bei inaktiver Freigabe nutzt der Sensor keine Umgebungslichtkompensation.

Der Sensor verwendet bei aktiver Freigabe die zuletzt gespeicherte Umgebungskompensation. Bei jedem Wechsel des Zustands der Freigabe der Kompensation wird der jeweilige Zustand automatisch auf dem Sensor gespeichert.

Erläuterung zu Schritt 3 (Sensor kalibrieren)

Die mit dem Index 0x0409 gelieferten Werte entsprechen den aktuell vom Sensor ermittelten Tristimulus Werten. Diese bilden die Zahlenbasis für die Umrechnung in den CIE Lab Farbraum. Dabei wird (vereinfacht) von einem normierten Tristimulus Eingangswertebereich ausgegangen, der sich in der Größenordnung 0...100 bewegt. Diese Werte sind linear, was auf die CIE Lab-Werte jedoch nicht zutrifft. Daher sind Tristimulus Werte besser geeignet, um daraus z.B. den Aussteuerungsgrad des Sensors abzuleiten.

In der Praxis treten Effekte auf, die von verwendeten Lichtleitern, Optiken, Messabständen sowie Winkeln abhängen. Damit die Umrechnung in den CIE Lab Farbraum funktioniert, aber auch um sich den unterschiedlichsten Messbedingungen und Anwendungen anzupassen, sollte nach der endgültigen Montage eine Kalibrierung durchgeführt werden. Ziel der Kalibrierung ist es, für eine definierte Messbedingung auch ein definiertes Helligkeitsergebnis zu erzwingen.

Üblicherweise verwendet man dafür Weißtafeln, die bekannte Referenzwerte haben. Dies ist aber nur dann notwendig, wenn die CIE Lab Ergebnisse möglichst genau z.B. mit Laborwerten übereinstimmen sollen. Oftmals lässt sich dies aber nicht nutzen, z.B. die Kontur des Produktes lässt die Anbringung einer Referenz nicht zu. Deshalb kann die Kalibrierung auf „beliebige“ Zielwerte erfolgen. Das ermöglicht es auch, z.B. ein „Golden Product“ zu erzeugen, bei dem man einen Helligkeitswert annimmt, der sich aus einer Grauskala abschätzen lässt. Ein „100% Weiß“ hätte als Zielwert den Wert 100, ein 50% Weiß (also ein helles Grau) hätte den Zielwert 50. Ein handelsübliches, nicht glänzendes Papier kann man mit einem Wert von 90 annehmen.

Erläuterung zu Schritt 4 (Auswahl Betriebsmodus)

Best-Fit Modus

Funktion:

Im **Best-Fit-Mode** berücksichtigt der Sensor keine vorgegebenen Produkttoleranzen. Der Sensor verarbeitet intern immer die Parameter aller aktiven Produkte und gibt in den Prozessdaten immer die Produktnummer zurück, der die aktuellen Istwerte des Sensors am nächsten kommen. Zur Ermittlung des am besten passenden Produktes wird das Delta-E zwischen den aktuellen Istwerten des Sensors und den Sollwerten jedes gespeicherten Produktes berechnet.

In diesem Mode wird unabhängig von den eingestellten Produktparametern immer eines der Produktes als ‚am besten‘ passendes Produkt erkannt.

Hinweis: Sollten mehrere gespeicherte Produkte die exakt gleiche Abweichung zum Istwert haben, dann wird die niedrigste der Produktnummern zurückgegeben.

Anwendung:

Der Work Mode **Best-Fit** eignet sich zur Auswahl eines Objektes aus mehreren möglichen (und bekannten). Es kann zum Beispiel überprüft werden, ob in einem Fertigungsablauf Objekte mit der richtigen Farbe zugeführt wurden, ohne dass man die Einhaltung eines exakten Farbtons gefordert ist. Damit eignet sich dieser Modus auch sehr gut für Sortieraufgaben.

Precise Modus

Funktion:

Im Mode **Precise** wird nur dann eine Produktnummer als Ergebnis ausgegeben, wenn die aktuellen Istwerte des Sensors innerhalb der vorgegebenen Toleranzen für das jeweilige Produkt liegen. Liegen die Istwerte innerhalb der Toleranzen von mehreren Produkten, dann ist keine eindeutige Produktzuordnung möglich. In diesem Fall wird in den Prozessdaten das entsprechende Statusbit gesetzt (Byte 0, Bit 6).

Falls die Istwerte außerhalb der Toleranzen aller gespeicherten Produkte liegen, dann wird ebenfalls kein Produkt erkannt und bei den Prozessdaten das entsprechende Statusbit gesetzt (Byte 0, Bit 5).

Bei den Prozessdaten wird immer nur dann eine korrekte Produktnummer ausgegeben, wenn die Istwerte des Sensors genau innerhalb der Toleranzen eines einzigen Produktes liegen. Die Toleranzvorgabe erfolgt anhand des Produktparameters ‚Delta-E‘ für das Produkt.

Anwendung:

Die Betriebsart **Precise** eignet sich z.B. zur Qualitätssicherung von Produkten, da hier die Toleranzen für Farbe und Intensität eingehalten werden müssen, damit ein Objekt erkannt und als gut bewertet wird.

Erläuterung zu Schritt 5 (Produkte einlernen)

Die Vorgehensweise zum Einlernen eines Produktes unterscheidet sich dahingehend, ob die aktuellen Istwerte eines vor dem Sensor positionierten Produktes übernommen **oder** die Sollwerte eines Produktes manuell vorgegeben werden sollen.

Zum Teachen eines Produktes muss in der Betriebsart **Precise** erst per Index 0x0400 Subindex 0x2 ein Toleranzwert Delta E vorgegeben werden.

Dadurch wird noch kein Teachen des Produktes ausgelöst! Die zu verwendende Produktnummer wird dann per Index 0x0400 Subindex 0x1 übergeben. Damit werden die aktuellen CIE Lab Istwerte des Sensors als Sollwerte der übergebenen

Produktnummer auf dem Sensor gespeichert. Gleichzeitig wird das Produkt automatisch auf dem Sensor aktiviert (siehe Index 0x0403 Subindex 0x1 bzw. Index 0x0405 Subindex 0x1).

Vor dem Einlesen der Parameter eines Produktes oder dem Speichern der Parameter eines Produktes muss zuerst die gewünschte Produktnummer (1...255) mit dem Index 0x0404 ‚Product Number‘ zum Sensor gesendet werden. Anschließend können für die eingestellte Produktnummer die Parameter gelesen oder verändert werden.

Beim Einschalten des Sensors wird immer der Wert 1 als aktuelle Produktnummer voreingestellt. Der per Index 0x0406 ‚Product Deviation‘ Subindex 0x01 einzulesende Wert der aktuellen Abweichung Delta E bezieht sich immer auf die aktuell eingestellte Produktnummer.

Hintergrund einlernen:

Das spezielle Produkt ‚*Background*‘ (Index 0x0403) dient zur Einstellung der Produktparameter für den Hintergrund. Falls bei der Bewertung der aktuellen Messwerte das Produkt ‚*Background*‘ als am besten passendes Produkt ermittelt wurde, wird das entsprechende Statusbit gesetzt (Byte 0, Bit 6).

In der Betriebsart **Best-Fit** kann dieses Produkt z.B. dazu benutzt werden um zu erkennen, dass kein Objekt eingelegt wurde.

In der Betriebsart **Precise** hingegen kann dieses Produkt z.B. dazu verwendet werden um einen Bereich zu definieren innerhalb dessen die Istwerte eines Objektes auf gar keinen Fall liegen sollten.

5. Aktuellen Sensorstatus lesen

Index 0x0407: Diese Funktion liest den kompletten, aktuellen Zustand des Sensors aus.

5.1. Erläuterungen

Der Index 0x0407 Subindex 0x01 liefert den bitkodierte Status des Sensors.

Bedeutung:

Byte 0 / Bit 1	Auto-Gain ist aktiv
Byte 0 / Bit 2	Umgebungskompensation ist aktiv
Byte 0 / Bit 3	Lichtquelle ist eingeschaltet
Byte 0 / Bit 4	Übersteuerung Kanal Rot des Sensors
Byte 0 / Bit 5	Übersteuerung Kanal Grün des Sensors
Byte 0 / Bit 6	Übersteuerung Kanal Blau des Sensors
Byte 1 / Bit 4	Best-Fit Modus ist aktiv
Byte 1 / Bit 6	Zurücksetzen auf Werkseinstellung wird ausgeführt

Der Index 0x0407 Subindex 0x02 liefert den aktuellen Status der Kalibrierung.

Bedeutung:

0 Idle	Initialisierungswert nach Start des Sensors
1 Success	Kalibrierung erfolgreich beendet
5 Busy	Kalibrierung des Sensors wird durchgeführt
7 Error	Fehler bei Kalibrierung des Sensors

Der Index 0x0407 Subindex 0x03 liefert den aktuellen Status der Umgebungskompensation (Streulichtkompensation).

Bedeutung:

0 Idle	Initialisierungswert nach Start des Sensors
1 Success	Umgebungskompensation erfolgreich beendet
5 Busy	Umgebungskompensation des Sensors wird durchgeführt
7 Error	Fehler bei Umgebungskompensation des Sensors

6. Aktuelle Messwerte lesen

Index 0x0408: aktuelle CIELab Farbwerte werden ausgelesen

Index 0x0409: aktuelle XYZ-Tristimulus Farbwerte werden ausgelesen

7. Prozessdaten

Prozessdatenaufbau:

Byte 0								Byte 1							
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Signal Overload (Signal übersteuert)	Multiple Products (mehrere Produkte)	No Product (kein Produkt)	Background (Hintergrund)					Product Number (Produktnummer)							

Erläuterungen:

- Der Sensor überträgt 2 Byte Prozessdaten an den Master.
- Der Sensor empfängt keine Prozessdaten vom Master.

Byte 1 enthält die aktuell vom Sensor detektierte Produktnummer (1...255).

Byte 0 enthält Bit kodiert die folgenden Statusinformationen.

- Signal Overload – das Signal des Sensors ist übersteuert (Bit 7).
- Multiple Products – die aktuelle Farbe konnte nicht eindeutig den Sollwerten eines einzigen Produkt zugeordnet werden (Bit 6).
- No Product – die aktuelle Farbe entspricht keinem der Sollwerte der Produkte (Bit 5).
- Background – die aktuelle Farbe entspricht dem Hintergrund (Bit 4).

8. Servicedaten

8.1. System Parameter

Index		Sub-index		Datenformat	Zugriff	Wertebereich	Bemerkung
0x000D (13)	Profile Char- acteri- stic	0x01	Device Profile ID	UINT16	R	0x0001	Smart Sensor Profile
		0x02	FunctionID	UINT16		0x8000	Device Identification
		0x03	FunctionID	UNIT16		0x8002	PDV
		0x04	FunctionID	UINT16		0x8003	Diagnosis
0x000E (14)	PD- Input Descr- -tor	0x01	Product- number	3 * UINT8	R	UInteger, Length 8, Offset 0	0x02 0x08 0x00
		0x02	Background	3 * UINT8		Boolean, Length 1, Offset 12	0x01 0x01 0x0C
		0x03	No Product	3 * UINT8		Boolean, Length 1, Offset 13	0x01 0x01 0x0D
		0x04	Multiple Products	3 * UINT8		Boolean, Length 1, Offset 14	0x01 0x01 0x0E
		0x05	Signal Overload	3 * UINT8		Boolean, Length 1, Offset 15	0x01 0x01 0x0F

Tabelle 1 : System Parameter

8.2. Identifikationsparameter

Index		Datenformat	Zugriff	Inhalt	Bemerkung
0x0010 (16)	Vendor Name	StringT (7 Byte)	R	BALLUFF	
0x0011 (17)	Vendor Text	StringT (15 Byte)	R	www.balluff.com	
0x0012 (18)	Product Name	StringT (19 Byte)	R	BFS 33M-GSI-F01-S75	
0x0013 (19)	Product ID	StringT (7 Byte)	R	BFS000M	
0x0014 (20)	Product Text	StringT (30 Byte)	R	True-Color-Sensor with IO-Link	
0x0015 (21)	Serial Number	StringT (13 Byte)	R		z.B. 1870010AEB5A
0x0016 (22)	Hardware Revision	StringT (16 Byte)	R		z.B. 1.0
0x0017 (23)	Software Revision	StringT (30 Byte)	R		z.B. 1.0
0x0018 (24)	Application Specific Tag	StringT (16-32 Byte)	R/W		Werkseinstellung: „Sensors Worldwide“

Tabelle 2 : Identifikationsparameter

8.3. Diagnose Parameter

Index		Sub-index	Datenformat	Zugriff	Wertebereich	Bemerkung
0x0024 (36)	Device Status	0x00	UINT8	R	0x00 = Device OK	Bei Kalibrierung und Umgebungs-kompensation
					0x03 = Functional Check	
0x0025 (37)	Detailed Device Status	0x00	3 * UINT8	R	0x00 0x00 0x00	Keine Informationen
0x0028 (40)	Process Data Input	0x00	UINT16	R		Siehe auch Prozessdaten

Tabelle 3 : Diagnose Parameter

8.4. System Kommando

Index		Datenformat	Zugriff	Wertebereich	Bemerkung
0x0002 (2)	System Command	UINT8	W	0x80 = Device reset	‚Warmstart‘ des Sensors
				0x82 = Restore factory setting	Sensorparameter auf Werkseinstellung
				0xA3 = Compensate Environment	Streulichtkom- pensation des Sensors
				0xA4 = Kalibrierung	Kalibrierung des Sensors durchführen

Tabelle 4 : System Kommandos

Erläuterungen zu Tabelle 4

Wert 0x80 (Device reset):

Mit diesem Systemkommando wird ein ‚Warmstart‘ des Sensors ausgeführt.

Wert 0x82 (Restore factory setting):

Mit diesem Systemkommando werden alle Parameter des Sensors auf Werkseinstellung zurückgesetzt.

Der Vorgang dauert ggf. mehrere Sekunden (bis zur vollständigen Ausführung auf dem Sensor).

8.5. Sensorspezifische Parameter

Index		Sub-index		Datenformat	Zugriff	Wertebereich	Bemerkung
0x00BD (189)	Averaging Cycles	0x00		UINT32	R/W	1/2/4/16/64/ 256/1024	Mittelwertbildung
0x00BE (190)	Gain	0x01	Gain	UINT16	R/W	1...8	Verstärkung
		0x02	Auto-Gain	UINT32		0 = Off / 1 = On	Verstärkung Automatik Auto-Gain Ein/Aus
0x00BF (191)	Enable Compensation	0x00		UINT16	R/W	0 = Off / 1 = On	Streulichtkompen- sation Ein/Aus
0x0400 (1024)	Teach-In Product	0x01	Product Number	UINT16	W	1...255 / 65535	Produktnummer (1...255) oder 65535 für Hintergrund
		0x02	Target Delta E	FLOAT 32		Max. Abweichung Ist/Soll für Produktnummer oder Hintergrund	
		0x03	Spare	FLOAT 32		Für zukünftige Erweiterungen	
0x0401 (1025)	Calibration Target	0x00		FLOAT 32	R/W	Value > 0,0	Sollwert Y für Kalibrierung
0x0402 (1026)	Work Mode	0x00		UINT16	R/W	0 = Best-Fit / 1 = Precise	Betriebsmodus
0x0403 (1027)	Background Parameter	0x01	Enable Product	UINT16	R/W	0 = Disabled / 1 = Enabled	Hintergrund aktivieren / deaktivieren
		0x02	Target CIELab L	FLOAT 32		CIELab L Sollwert für Background	
		0x03	Target CIELab a	FLOAT 32		CIELab a Sollwert für Background	
		0x04	Target CIELab b	FLOAT 32		CIELab b Sollwert für Background	
		0x05	Target Delta E	FLOAT 32		Max. Abweichung Ist/Soll für Background	
		0x06	Spare	FLOAT 32		Für zukünftige Erweiterungen	
0x0404 (1028)	Product Number	0x00		UINT16	R/W	1...255	Produktnummer
0x0405 (1029)	Product Parameter	0x01	Enable Product	UINT16	R/W	0 = Disabled / 1 = Enabled	Produkt aktivieren / deaktivieren
		0x02	Target CIELab L	FLOAT 32		CIELab L Sollwert für Produkt	

		0x03	Target CIELab a	FLOAT 32			CIELab a Sollwert für Produkt
		0x04	Target CIELab b	FLOAT 32			CIELab b Sollwert für Produkt
		0x05	Target Delta E	FLOAT 32			Max. Abweichung Ist/Soll für Produkt
		0x06	Spare	FLOAT 32			Für zukünftige Erweiterungen
0x0406 (1030)	Product Deviation	0x01	Act. Delta E	FLOAT 32	R		Akt. Abweichung Delta E für aktuelles Produkt
		0x02	Spare 1	FLOAT 32			Für zukünftige Erweiterungen
		0x03	Act. Delta E Bck.	FLOAT 32			Akt. Abweichung Delta E für Background
		0x04	Spare 2	FLOAT 32			Für zukünftige Erweiterungen
0x0407 (1031)	Actual Status	0x01	Status Sensor	UINT32	R		Bitkodierter Sensorstatus
		0x02	Status Calibration	UINT8		0 = Idle / 1 = Success / 5 = Busy / 7 = Error	Status Calibration
		0x03	Status Compen- sation	UINT8		0 = Idle / 1 = Success / 5 = Busy / 7 = Error	Status Streulicht- kompensation
0x0408 (1032)	Actual CIELab	0x01	Act. CIELab L	FLOAT 32	R		CIELab L Messwert
		0x02	Act. CIELab a	FLOAT 32			CIELab a Messwert
		0x03	Act. CIELab b	FLOAT 32			CIELab b Messwert
0x0409 (1033)	Actual Tristimulus	0x01	Act. Tristimu- lus X	FLOAT 32	R		Tristimulus X Messwert
		0x02	Act. Tristimu- lus Y	FLOAT 32			Tristimulus Y Messwert
		0x03	Act. Tristimu- lus Z	FLOAT 32			Tristimulus Z Messwert

Tabelle 5 : Sensorspezifische Parameter

Erläuterungen zu Tabelle 5

Index 0x00BD (Averaging / Mittelwertbildung):

Die Mittelwertbildung kann in 7 Stufen (1/2/4/16/64/256/1024) eingestellt werden. Die Stufen sind dabei so gewählt, dass sich bei jeder höheren Stufe das Rauschen des Sensorsignals halbiert. Gleichzeitig verlängert sich dadurch die Zeit, bis ein stabiler Messwert ansteht.

Für Standardanwendungen empfehlen wir den Wert 16.

Hinweis: Die beste Einstellung für den Mittelwert ergibt sich aus dem Kompromiss zwischen der zur Verfügung stehenden Prozesszeit und der benötigten Genauigkeit der Messwerte.

Index 0x00BE (Gain / Verstärkung):

Mit diesem Parameter wird ausgewählt, ob die Verstärkung automatisch oder manuell eingestellt wird. Bei der manuellen Einstellung kann direkt ein Wert vorgegeben werden.

Für Standardanwendungen wird die automatische Verstärkung Autogain gewählt. Mit dieser Funktion stellt der Sensor automatisch die optimale Verstärkung ein.

Alternativ dazu kann die Verstärkung auch manuell eingestellt werden. Der Wertebereich geht von 1...8. Für eine kleine Verstärkung bei geringen Objektabständen wird z.B. Wert 1 gewählt, für eine maximale Verstärkung bei großen Objektabständen z.B. Wert 8.

Index 0x00BF (Enable Compensation / Kompensation einschalten):

Mit dieser Funktion wird die Umgebungskompensation aktiviert. Zuvor muss die Umgebungskompensation durchgeführt worden sein. Siehe dazu Inbetriebnahme Schritt 2 (Umgebungslichtkompensation).

Index 0x0400 (Teach-In-Vorgang):

Mit dieser Funktion wird ein Produkt automatisiert eingelernt.

Index 0x0401 (Calibration Target / Kalibrierung):

Mit dieser Funktion wird der Sensor kalibriert. Siehe dazu Inbetriebnahme Schritt 3 (Sensor kalibrieren).

Index 0x0402 (Work Mode / Betriebsmodus):

Mit diesem Parameter wird der Arbeitsmodus des Sensors eingestellt. Siehe dazu Inbetriebnahme Schritt 4 (Auswahl Betriebsmodus).

Index 0x0403 (Background Parameter / Hintergrund):

Mit diesem Parameter wird der Hintergrund eingestellt. Dazu sind Werte für CIELab L, a und b zu definieren. Mit Subindex 0x01 wird der Hintergrund aktiviert. Mit Subindex 0x05 wird für den Betriebsmodus **Precise** die erlaubte Abweichung eingestellt. Im Betriebsmodus **Best-Fit** ist der Parameter deaktiviert und kann auf den Wert 0.0 eingestellt werden.

Hinweis zum Wert Abweichung Delta E: Ab einem Wert von ca. 1 ist für ein geübtes Auge eine Unterscheidung möglich. Ab einem Wert zwischen 2 und 4 wird ein Farbunterschied wahrgenommen.

Index 0x0404 (Product Number / Produktnummer):

Mit diesem Parameter wird zunächst die gewünschte Produktnummer ausgewählt.

Index 0x0405 (Product Parameter / Produktparameter):

Mit diesem Parameter wird der Sollwert für das entsprechende Produkt definiert. Dazu sind Werte für CIELab L, a und b zu definieren. Mit Subindex 0x01 wird das Produkt aktiviert. Mit Subindex 0x05 wird für den Betriebsmodus **Precise** die erlaubte Abweichung eingestellt. Im Betriebsmodus **Best-Fit** ist der Parameter deaktiviert und kann auf den Wert 0.0 eingestellt werden.

Hinweis zum Wert Abweichung Delta E: Ab einem Wert von ca. 1 ist für ein geübtes Auge eine Unterscheidung möglich. Ab einem Wert zwischen 2 und 4 wird ein Farbunterschied wahrgenommen.

Index 0x0406 (Product Deviation / Produktabweichung):

Dieser Index enthält die Abweichung (Delta E) der aktuellen Messwerte des Sensors gegenüber den Sollwerten der mit Index 0x0404 eingestellten Produktnummer bzw. der Sollwerte für den Hintergrund.

Index 0x0407 (Actual Status / Sensor Status):

Dieser Index enthält den kompletten Sensorstatus aus. Siehe dazu auch Punkt 5.0 (Sensorstatus lesen).

Index 0x0408 (Actual CIELab / Aktueller CIELab Farbwert):

Dieser Index enthält die aktuellen CIELab Messwerte (die aktuelle Farbe im CIELab-Farbraum) des Sensors.

Index 0x0409 (Actual Tristimulus / Aktueller Tristimuluswert):

Dieser Index enthält die aktuellen XYZ Messwerte (die aktuelle Farbe im XYZ-Farbraum) des Sensors.

9. Fehlernummern

Fehler	Fehler-code	zusätzlicher Code	Bemerkung
Index not available	0x80	0x11	Index Nummer nicht verfügbar
Subindex not available	0x80	0x12	Subindex Nummer nicht verfügbar
Access denied	0x80	0x23	Zugriff auf Index nicht erlaubt
Parameter value out of range	0x80	0x30	Der Wert eines Parameters liegt außerhalb des gültigen Bereiches
Parameter length overrun	0x80	0x33	Die Länge eines Parameter überschreitet die zulässige Länge
Parameter length underrun	0x80	0x34	Die Länge eines Parameter unterschreitet die zulässige Länge
Function not available	0x80	0x35	Die Funktion ist nicht verfügbar

Tabelle 6 : Fehlernummern