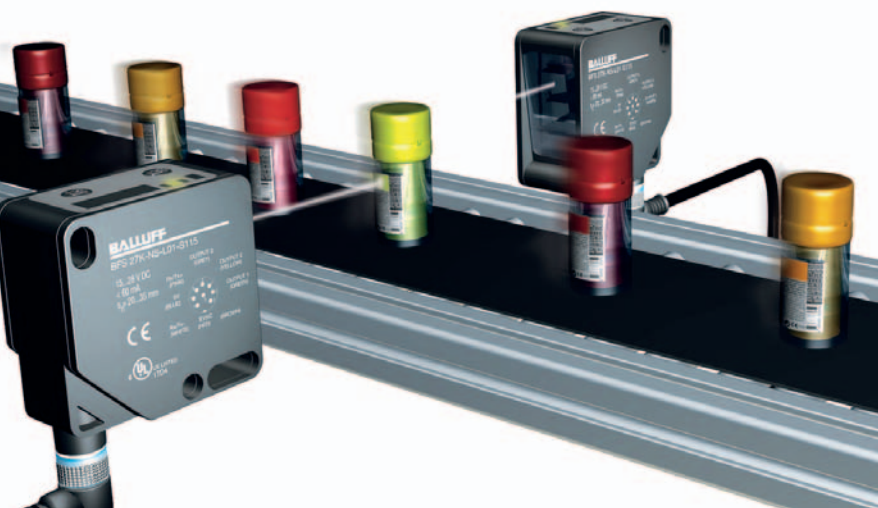


Abb. 1 Der neue Farbsensor BFS 27K eignet sich auch zum Erkennen dunkler oder schlecht reflektierender Materialien. (Bilder: Balluff)



Für dunkle Farbtöne oder schlecht reflektierende Oberflächen reicht die Empfindlichkeit konventioneller Farbsensoren oft nicht aus. Balluff hat deshalb jetzt den neuen integralen RGB-Farbsensor BFS 27K im Programm, der zusätzlich zu den Farbwerten auch die Helligkeit berücksichtigt. Das ist z. B. immer dann erforderlich, wenn Prüflinge trotz Perforationen oder strukturierten Oberflächen und damit unterschiedlich reflektierenden Bereichen zuverlässig erkannt werden sollen.

RGB-Farbsensor für dunkle Farben und schlecht reflektierende Materialien

# Farberkennung mit hochempfindlichem Sensorauge

**F**arbe ist wichtig; wer möchte schon als farblos gelten oder sein Leben in farbloser Umgebung verbringen. Auch auf moderne, automatisierte Produktionsanlagen lässt sich diese Aussage übertragen. Farbe ist heute bei unzähligen industriell gefertigten Produkten ein wichtiges Qualitätsmerkmal. An Hand unterschiedlicher Farben lassen sich aber auch bestimmte Produktgruppen und Chargen unterscheiden, Objekte identifizieren oder sortieren. Farbsensoren haben sich darum in der Industrie ei-

nen festen Platz erobert. Allerdings steigen auch hier – ebenso wie in zahllosen anderen Bereichen der Automatisierungstechnik – die Anforderungen an die Geräte ständig. Für dunkle Farbtöne oder schlecht reflektierende Oberflächen reicht die Empfindlichkeit konventioneller Farbsensoren oft nicht aus, weil hier neben Farbton und Farbsättigung als dritte Grösse auch die Farbtiefe bzw. Helligkeit berücksichtigt werden muss.

Farbsensoren, die in der Industrie eingesetzt sind, messen Farben nicht absolut, sondern erfassen sie «vergleichend». Das Prüfobjekt wird mit Weisslicht bestrahlt. Die Oberfläche des Prüflings absorbiert, reflektiert und bricht das Licht. Das Empfänger-element trennt das Reflektierte in die Spektralbereiche Rot, Grün und Blau (siehe Kasten). Von den Anfangsbuchstaben der drei Farben leitet sich der Name dieser RGB-Sensoren ab. Die jeweiligen Farbwert- und Intensitätsanteile der Einzelfarben werden dann mit den zuvor eingestellten und hinterlegten Referenzdaten verglichen und ausgewertet.

## 2D- und 3D-Farberkennung

Das chromatische Farbmodell (auch CIE-Farbmodell), das diesem Detektionsprinzip zugrunde liegt (Abb. 2), ist zweidimensional; man spricht deshalb auch von einer 2D-Farberkennung. Die Farbwerte für Rot, Grün und Blau werden auf den Achsen als Prozentwerte dargestellt. Gleiche Anteile aller drei Farben ergeben Weiss. Rote Oberflächen erscheinen rot, weil sie rote Farbanteile stark reflektieren und nur gering absorbieren. Blau und grün dagegen wird absorbiert. Eine Oberfläche, die gelb erscheint, reflektiert rot und grün, während sie die Blauanteile schluckt. Die Helligkeit der jeweiligen Farbe lässt sich auf diese Weise allerdings nur bedingt berücksichtigen, da eine Änderung der Helligkeit bei diesem Verfahren zu einer Veränderung der RGB-Anteile und damit zu einer anderen Farbe führt. Sehr dunkle oder helle Farbtöne mit gleichen Rot-, Grün- und Blau-Anteilen können nicht unterschieden werden. Das ist jedoch in vielen Applikationen nötig, z. B. wenn Prüflinge trotz Perforationen, strukturierten

### Autor

Martin Berthold  
Produktmanager für  
optoelektronische Sensoren  
bei Balluff GmbH (DE)

### Infos

Balluff Sensortechnik AG  
8953 Dietikon, 043 322 32 40  
sensortechnik@balluff.ch  
www.balluff.ch



## Farben und Farbmischen

Prinzipiell unterscheidet man zwischen additiver Farbmischung (RGB) und subtraktiver Farbmischung (CMYK). Die additive Farbmischung beschreibt die Überlagerung von Lichtstrahlen, bei der für das menschliche Auge ein neuer Farbeindruck entsteht. Dies ist auch das Funktionsprinzip eines Farbbildschirms. Die additive Mischung der Farben Rot, Grün und Blau ergibt Weiss. Rot und Grün ergibt Gelb. Im Gegensatz dazu beschreibt die subtraktive Farbmischung die Herausnahme einzelner Lichtfarben (Licht unterschiedlicher Wellenlänge) aus weissem Licht. Das ist beispielsweise beim Mischen von Lacken oder Druckfarben der Fall. Jeder kennt die Methode aus dem Wasserfarbkasten. Die Primärfarben hier sind Gelb, Magenta und Cyan. Die Mischung dieser drei Farben absorbiert alles Licht und ergibt Schwarz. Cyan und Gelb ergibt Grün.



Additive Farbmischung



Subtraktive Farbmischung

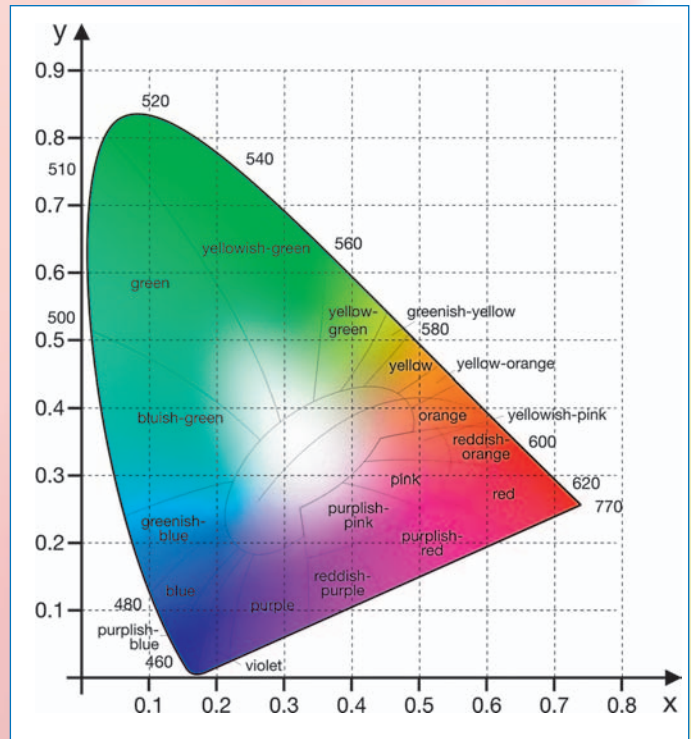


Abb. 2 Das chromatische Farbmodell (auch CIE-Farbmodell) ist zweidimensional; die Farbwerte für Rot, Grün und Blau werden auf den Achsen als Prozentwerte dargestellt.

Oberflächen und damit unterschiedlich reflektierenden Bereichen zuverlässig erkannt werden sollen. Bei Qualitätskontrollen der Innenausstattung von Kraftfahrzeugen beispielsweise, die aus Leder, Kunststoff oder Textilien bestehen kann, ist das häufig der Fall. Typisch sind auch Produkte mit unterschiedlichen Randstrukturen, z. B. Teppichware. Um hier zuverlässige Ergebnisse zu erzielen, müssen die eingesetzten Farbsensoren nach einem anderen Verfahren arbeiten. Das Munsell-Farbdiagramm (Abb. 3) beispielsweise berücksichtigt als zusätzliche Größe die Helligkeit einer Farbe. Dieses Modell, das zwischen 1905 und 1916 von dem amerikanischen Maler Albert Henry Munsell entwickelt wurde und heute immer noch Gültigkeit hat, bildet Farbe in einem dreidimensionalen Raum ab. Es ähnelt damit sehr dem HSV- oder HSB-Farbmodell, das viele Computerprogramme verwenden. Farbe wird hier mithilfe des Farbtons (Hue), der Sättigung (Saturation) und der Helligkeit (Value oder Brightness) definiert. Dabei wird der Farbton als Winkel auf

dem Farbkreis angegeben (z. B.  $0^\circ$  = Rot,  $120^\circ$  = Grün,  $240^\circ$  = Blau). Die Sättigung wird als Prozentwert beschrieben (z. B.  $0\%$  = keine Farbe,  $50\%$  = ungesättigte Farbe,  $100\%$  = gesättigte Farbe). Ein weiterer Prozentwert gibt die Helligkeit an (z. B.  $0\%$  = keine Helligkeit,  $100\%$  = volle Helligkeit). Damit lassen sich im Gegensatz zum zweidimensionalen chromatischen CIE-Modell bei einem solchen dreidimensionalen Modell Farben unterschiedlicher Helligkeit gut voneinander unterscheiden bzw. bestimmen.

### Das Sensor-Auge: integrale Empfänger-elemente

Der neue Farbsensor BFS 27K aus dem Produktprogramm des Sensorikspezialisten Balluff macht sich ein solches dreidimensionales Farbmodell zunutze. Er eignet sich deshalb auch zum Erkennen dunkler oder schlecht reflektierender Materialien. Zu den typischen Einsatzbereichen gehören deshalb die bereits erwähnten Qualitätskontrollen bei Innenausstattungen im Kraftfahrzeug, aber auch Prüfaufgaben in der Montage-, Handling- oder

Verpackungstechnik. In der Kosmetikindustrie wird der Sensor beispielsweise eingesetzt, um trotz grosser Lagetoleranzen farbige Markierungsbalken

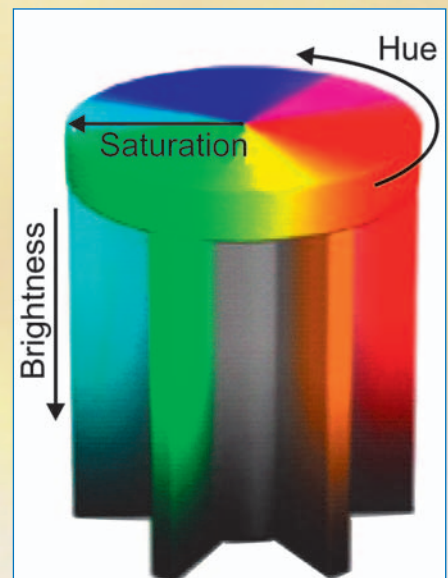


Abb. 3 Das dreidimensionale Farbmodell berücksichtigt als zusätzliche Größe die Helligkeit.

zu erkennen, welche die Drehrichtung der Flaschen anzeigen (Abb. 4). Lagetoleranzen von bis zu  $\pm 15$  mm sind für den Sensor unkritisch. Auch wenn die Flaschen «verdreht» auf dem Band stehen, werden sie sicher erkannt.

Die prinzipielle Funktionsweise der neuen Sensoren ist einfach zu verstehen: Ebenso wie bei konventionellen RGB-Sensoren wird das zu prüfende Objekt mit einer Weisslichtdiode bestrahlt, das reflektierte Licht wird vom Empfänger in seine RGB-Bestandteile zerlegt und mit den vorgegebenen Referenzwerten verglichen. Die Auswerteelektronik wurde jedoch dahingehend optimiert, dass die für die



Abb. 4 Lagetoleranzen von bis zu  $\pm 15$  mm sind für den Sensor unkritisch. Auch wenn die Flaschen «verdreht» auf dem Band stehen, werden sie sicher erkannt.

Abb. 5a Einfaches, dreiteiliges Empfängerelement.



Abb. 5b Integriertes Empfängerelement mit Wabenstruktur. (Bild 5a/5b: MAZeT)



Helligkeitsbestimmung notwendigen Algorithmen abgearbeitet werden können. Ausserdem ist als «Sensorauge» ein hochwertiges integrales Empfangselement eingesetzt. Während einfache Empfangselemente lediglich aus drei Segmenten aufgebaut sind (Abb. 5a) bilden hier 19 Dreifachdioden eine hexagonale Wabenstruktur (Abb. 5b).

Daraus ergeben sich gleich eine ganze Reihe an Vorteilen:

Die einzelnen Segmente sind parallel angesteuert. Bei der Positionierung sind die Freiheitsgrade dadurch hoch. Für die in der Auswerteschaltung notwendigen Berechnungen lässt sich wahlweise auf Einzelpixel oder Pixelgruppen zugreifen. Die Ansprechzeit des Sensors beträgt lediglich  $335 \mu\text{s}$ , d. h. bei schnellen Prozessen kann mit Schaltfrequenzen von bis zu  $1,5 \text{ kHz}$  gearbeitet werden. Bei «schwierigen» Objekten reduzieren sich diese Werte allerdings durch die Rechenzeiten der Auswerteelektronik. Die unterschiedlichen Betriebsarten kann der Anwender per Teach-In einstellen.

Es spricht aber noch ein weiteres Argument für den Einsatz dieser neuen Farbsensorfamilie: Bei Bedarf lässt sich die Struktur des Empfängers an die Erfordernisse der Applikation anpassen. Auch kompliziertere Aufgabenstellungen lassen sich auf diese Weise komfortabel lösen. In zahlreichen Fällen können die sensiblen Sensoren deshalb eine praxiserprobte Alternative zu weitaus kostenintensiveren Bildverarbeitungssystemen sein.

Der Sensor ist lediglich 50 mm hoch, 50 mm tief, 25 mm breit und wiegt etwa 100 g. Er benötigt also wenig Einbauplatz. Passendes Zubehör, z. B. Haltewinkel, erleichtern die Montage. Da der Farbsensor serienmässig die Anforderungen der Schutzart IP67 erfüllt, kann er problemlos auch bei rauen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden. Für den elektrischen Anschluss ist ein achtpoliger M12-Steckverbinder vorgesehen.

### Praxisgerechte Bedienung – kurze Umrüstzeiten

Die Bedienung des neuen Farbsensors ist einfach und praxisgerecht. Bis zu drei Referenzwerte für die Farberkennung lassen sich direkt am Gerät per Knopfdruck im Teach-in-Verfahren einlernen. Dabei erleichtert die vierstellige 7-Segmentanzeige das Vorgehen, der Bediener wird durch die einzelnen Menüpunkte geführt, alle Einstellungen werden angezeigt. Für die Feinabstimmung lassen sich ausserdem für jeden Ausgangskanal bis zu zehn Toleranzstufen definieren und verschiedene Auswertelgorithmen wählen. Noch komfortabler geht es mit der passenden Software. Hier lassen sich bis zu 20 Referenzwerte definieren, natürlich wieder mit Toleranzstufen und Wahlmöglichkeit der Auswertelgorithmen. Bei unterschiedlichen Prüfaufgaben entstehen dann keinerlei Umrüstzeiten. Der Sensor kommuniziert über seine RS485-Schnittstelle mit der übergeordneten Automatisierungseinheit. (bh) ■