



White Paper

Farbe einfach prüfen.

Hintergrundwissen zur Einrichtung von Farbprüfungen

Bei vielen Farbprüfungen der industriellen Bildverarbeitung und gerade beim Einsatz von relativ preiswerten Vision Sensoren steht Farbmessung nicht im Vordergrund. Vielmehr geht es darum, sicherzustellen, dass die richtige Farbe an der definierten Position bzw. am vorgesehenen Objekt vorhanden ist. Farbe als dreidimensionaler Parameter ist in diesem Zusammenhang allerdings komplex und einfache Lösungen zur Unterscheidung sind rar gesät. Das White Paper sucht nach Antworten und gibt sie am Beispiel der Einrichtung von Farbprüfungen mit *VeriSens*[®] Vision Sensoren.

Inhalt

1	Einleitung	3
2	Komplexität von Farbe in der Bildverarbeitung	3
2.1	Was macht Farbe und ihre Parametrierung so komplex?	3
2.2	Farbtoleranzen und deren Auswirkungen	3
2.3	Der unverzichtbare Weissabgleich	4
3	Farbprüfung für jedermann: Ein innovativer Ansatz	4
3.1	Die Applikation steht im Mittelpunkt, nicht die Technologie	4
3.2	Fine-Tuning optimiert das Ergebnis	4
4	Zusammenfassung	5
5	Autor	6

1 Einleitung

Farb-Applikationen sind in der Industrie vielfältig und reichen vom Prüfen der richtigen Kabelfarbe an den zugehörigen elektrischen Anschlüssen, der fehlerfreien Bestückung farbig leuchtender LEDs bis zur Überprüfung der Deckelfarbe von Flaschen in Abfüllanlagen. Beschäftigt man sich mit dem Thema Farbe näher, wird es schnell kompliziert – andererseits ist ein möglichst einfacher und kostengünstiger Weg zur Farbprüfung gesucht. Das zählt umso mehr, wenn Vision Sensoren eingesetzt werden.

2 Komplexität von Farbe in der Bildverarbeitung

2.1 Was macht Farbe und ihre Parametrierung so komplex?

In der industriellen Bildverarbeitung wird oft nur ein Teil der verfügbaren optischen Information genutzt. So wird Farbe beispielsweise in vielen Applikationen gar nicht ausgewertet. Sie kommt erst ins Spiel, wenn es sich nicht vermeiden lässt – obwohl sie viele Vorteile bietet, wie die einfache Markierung zur Unterscheidung von ähnlichen Objekten. Ist Farbe also ein „Stiefkind“? Bekannterweise arbeitet man bei der kontur- oder grauwert-basierten Bildverarbeitung mit ein- oder zweidimensionalen Parametern, wie z.B. Grauwert, Anzahl, Position etc. Stellt man sich ein typisches Element eines User-Interfaces wie einen Schieberegler vor, wird klar, wie einfach man solche Parameter abgrenzen kann. Beispielsweise genügt ein Schieber („Slider“) um auszudrücken, dass nicht mehr als drei Objekte vorhanden sein dürfen. Existieren zwei Schieber, können Minimum und Maximum als Bereichsgrenzen eingestellt werden. Die von der Merk-

malprüfung gefällte Entscheidung hängt dann davon ab, ob ein Wert ausserhalb oder innerhalb der eingestellten Grenzen liegt. Farbe als Parameter erlaubt diese vollständige und verständliche Darstellung durch einen Schieberegler oder ein anderes eindimensionales grafisches User-Interface (GUI) Element leider nicht.

Warum ist das so?

Farbe ist eine Empfindung – erst durch spezielle anatomische Bausteine können Menschen überhaupt farbig sehen. Bei Tageslicht werden unserem Gehirn dazu in Ergänzung der Helligkeit Informationen über Farbton und Sättigung geliefert. Die entsprechend der Natur individuelle Wahrnehmung des Menschen wurde anhand von Testgruppen und Statistik „normiert“ und dann verschieden modelliert. Dabei kommt in einigen Farbmodellen auch die Aufteilung in Helligkeit, Farbton und Sättigung ins Spiel. Als Beispiel sei hierzu das HSV-Modell genannt, dass mit Hue (Farbton), Saturation (Sättigung) und Value (im Bezug zur Helligkeit) eine analoge Beschreibung abliefern. Anders angelegt ist beispielsweise das bekannte RGB-Farbmodell – aber keines der Modelle kann auf eine dritte Dimension verzichten.

Damit ist erklärt, dass das oben genannte Beispiel des „Doppel-Sliders“ die immer vorhandenen drei Dimensionen einer Farbe nicht abbilden kann. In der Praxis tauchen deshalb in der Regel drei Doppel-Slider oder artverwandte GUI-Elemente gleichzeitig auf, um für jede Farbdimension die Ober- und Untergrenze festzulegen. Pro Farbe werden so 6 Grenzwerte festgelegt.

2.2 Farbtoleranzen und deren Auswirkungen

Zur Ergebnisfindung muss ein Bildverarbeitungssystem klare Grenzen kennen. Sollen zwei Farbflächen voneinander unterschieden werden, sind nicht nur 2×6 Grenzen zu setzen. Sie sind auch so anzulegen, dass es zu keiner Überschneidung in einer der Dimensionen des 3D-Raumes eines Farbmodells kommt.

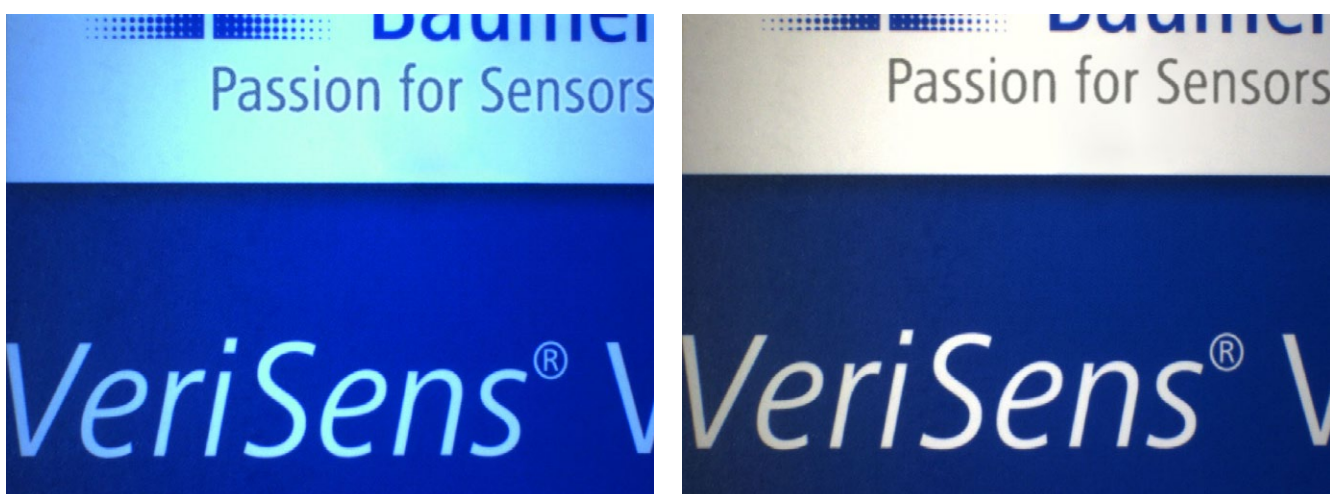


Abbildung 1: Weissabgleich (links: ohne, rechts: mit)

Würden die Grenzen bei diesem wichtigen Schritt falsch gesetzt, könnte das bei der späteren Prüfung Fehler hervorrufen. Unter ungünstigen Umständen wäre die falsche Farbe in der definierten richtigen enthalten und wird nicht unterschieden – ein „NOK“-Objekt wird so für „OK“ befunden. Bedenkt man, dass Objekte in der Regel durch Oberfläche, Form und Beleuchtung zudem inhomogen abgebildet werden und es zu Reflexionen kommen kann, wird das Thema noch komplexer und fehleranfälliger.

2.3 Der unverzichtbare Weissabgleich

Bevor eine Farbprüfung durchgeführt werden kann, ist zudem ein weiterer Schritt notwendig: Der Weissabgleich. Im Gegensatz zur Kamera verfügt das menschliche Auge über die Fähigkeit der chromatischen Adaption, einem vollautomatischen Weissabgleich, und erkennt somit auch bei veränderter Farbtemperatur des Lichtes ein weisses Blatt Papier als weiss. Bevor ein Weissabgleich durchgeführt wird, scheinen Objekte oft einen „Farbstich“ aufzuweisen. Selbst bei einer ab Werk auf eine Farbtemperatur abgeglichenen Kamera bzw. Vision Sensor wird die am Einsatzort verwendete Beleuchtung sehr wahrscheinlich abweichen und z.B. einen durch LED bedingten hohen Blauanteil im Bild erzeugen. Der Weissabgleich erfolgt im einfachsten Falle mit einer möglichst weissen Fläche oder einer Farbgraukarte. Ein Abgleich des Bildverarbeitungssystems sollte dabei nicht viel mehr als einen Maus-Klick erfordern. Nach dem Weissabgleich erscheint die Fläche als „Mischfarbe“ weiss und Farbbilder verlieren den Farbstich – nun kann die weitere Parametrierung des Bildverarbeitungssystems erfolgen.

3 Farbprüfung für jedermann: Ein innovativer Ansatz

3.1 Die Applikation steht im Mittelpunkt, nicht die Technologie

Die Komplexität der Einstellschritte und die damit verbundene hohe Fehlergefahr ist vermutlich einer der Gründe, warum Farbe in der industriellen Bildverarbeitung wenn möglich vermieden wird. Hinzu kommt, dass der Anwender von Vision Sensoren sich mit Farbtheorie kaum beschäftigen wird.

Mit *VeriSens*® als intuitivem Vision Sensor hat Baumer erfolgreich diese Hürden bei der Einstellung genommen. Für den Anwender soll in der Regel einfach nur z.B. „Orange“ von „Braun“ und deren Anordnung unterschieden werden, bzw. sichergestellt sein, dass sich das orange Objekt nicht an der Position des

braunen befindet. Es müssen also nicht nur Farbe und Position geklärt sein, sondern auch sichergestellt werden, dass sich Farben nicht überschneiden. Im Falle von Orange und Braun wird eine Unterscheidbarkeit bereits durch den Einfluss der Helligkeit beeinflusst.

Schon der übliche Sprachgebrauch führt dazu, dass man eher von „Orange“ und „Braun“ spricht, als von den Dimensionen im Farbraum. Beim Einlernen der Farbe(n) durch ein einfaches Aufziehen des Arbeitsbereiches holt *VeriSens*® den Anwender genau dort ab: Die Farbe(n) wird/werden im Hintergrund des Systems intelligent dreidimensional eingelernt und dabei mit passenden Namen in eine Farbpalette (hier als Auflistung der im Arbeitsbereich vorhandenen Farben) aufgenommen. Eine Kugel mit der Farbtoleranz Delta E umfasst nach dem Einlernen die Farbe(n) mit ihren Toleranzen, so dass sich die Farbbeschreibung auf je einen Punkt im Farbkordinatensystem und jeweils eine Toleranz reduzieren lässt. Mit diesem einen Schritt ist das System im optimalen Fall bereits einsatzbereit.

3.2 Fine-Tuning optimiert das Ergebnis

Blieben wir beim Beispiel „Orange“ und „Braun“: Diese Farben liegen im dreidimensionalen Farbraum (z.B. L^*a^*b) sehr dicht beieinander. Für das exakte Abgrenzen bietet *VeriSens*® einen innovativen Ansatz, der die Farbeinrichtung radikal vereinfacht. Es ist möglich, dass eingelernte Farben so dicht beieinander liegen, dass sie sich überschneiden. Sollte dies der Fall sein, werden in der „Farbpalette“ Warnungen angezeigt, denn eine

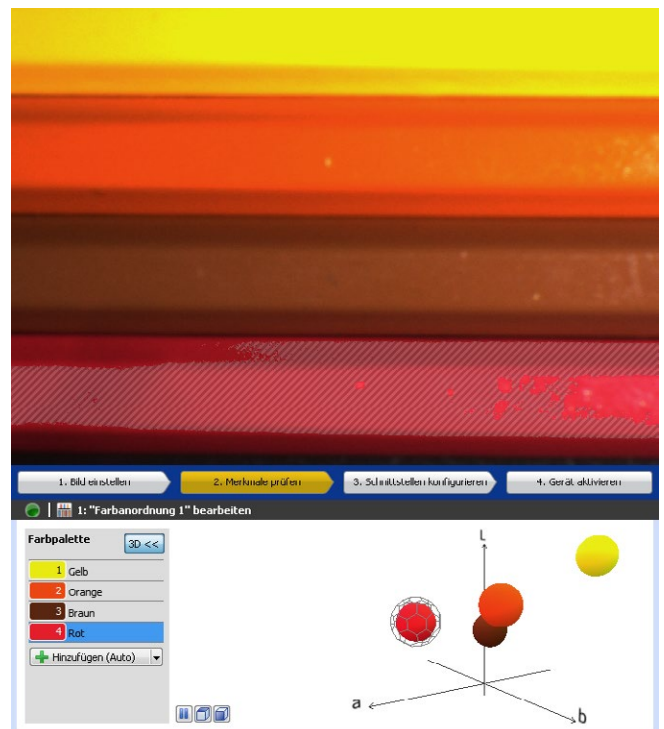


Abbildung 2: Beispiel „Orange“ und „Braun“

Unterscheidung der Objekte wäre so nicht mehr eindeutig möglich. Optional können Anwender in einen interaktiven 3D-Ansichtsmodus wechseln. Ähnlich einem Planetensystem sieht man die Farbkugeln im Raum angeordnet und kann so auch potentielle Überschneidungen und den direkten Einfluss einer Toleranzänderung kontrollieren.

Mit Reduzierung der Farbtoleranz wird die Kugel kleiner. Das wirkt sich auch auf die markierte Farbfläche des Objektes aus: Weniger Toleranz bedeutet, dass Bildpunkte ausserhalb der Toleranz nicht mehr der eingelernten Farbe zugeordnet werden. Zu geringe Toleranz kann z.B. bei der Schwankung der Oberflächenqualität zum Nichterkennen der Farbe führen, d.h. hier sollte nicht zu stark (z.B. kleiner einer Toleranzschwelle von 5) reduziert werden.

Im umgekehrten Fall kann man sich vorstellen, dass eine Erhöhung der Farbtoleranz weitere Farbnuancen der zu prüfenden Farbe zurechnet, was dazu führen kann, dass Falschfarben als richtig eingeordnet werden. Es ist deshalb wichtig, dass bei Applikationen, bei denen es um Farbumterscheidung geht, alle auftretenden Farben (also auch die auszuschliessenden) eingelernt werden, damit man deren Anordnung im Farbraum auf potentielle Überschneidung mit den Sollfarben prüfen kann.

4 Zusammenfassung

In der Industrie sind Farb-Applikationen aufgrund der Eigenschaften von Farben sehr komplex. Ein einfacher und kostengünstiger Weg zur Farbprüfung wurde für *VeriSens*[®] Vision Sensoren gefunden, bei dem der Anwender je Farbe nur noch 1 Toleranz (statt üblicherweise 6) festlegen muss. Der bisher kritische Punkt einer klaren Farbumterscheidung ist intuitiv und einfach zu lösen. Anwender können damit von den Vorteilen des zusätzlichen Parameters Farbe profitieren.

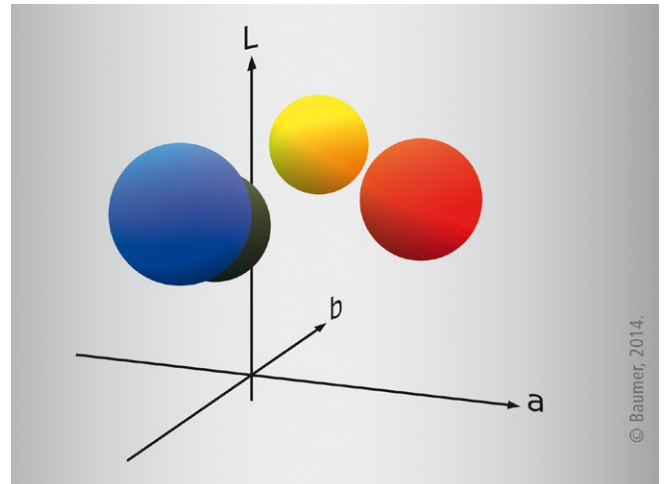


Abbildung 3: Das Prinzip der Farbmodellierung bei *VeriSens*[®] Vision Sensoren beruht auf Kugeln, deren Radius die vorgegebene Farbtoleranz ist.

5 Autor



Michael Steinicke
Product Management

Baumer Optronic GmbH
Badstrasse 30
DE-01454 Radeberg
Phone +49 3528 4386 0
Fax +49 3528 4386 86

Baumer Group

Die Baumer Group ist einer der international führenden Hersteller von Sensoren, Drehgebern, Messinstrumenten und Komponenten für die automatisierte Bildverarbeitung. Baumer verbindet innovative Technik und kundenorientierten Service zu intelligenten Lösungen für die Fabrik- und Prozessautomation und bietet dafür eine einzigartige Produkt- und Technologiebreite. Das Familienunternehmen ist mit rund 2.300 Mitarbeitern und Produktionswerken, Vertriebsniederlassungen und Vertretungen in 38 Niederlassungen und 19 Ländern immer nahe beim Kunden. Mit weltweit gleichbleibend hohen Qualitätsstandards und einer grosser Innovationskraft verschafft Baumer seinen Kunden aus zahlreichen Branchen entscheidende Vorteile und messbaren Mehrwert. Weitere Informationen im Internet unter www.baumer.com.

 **Baumer**
Passion for Sensors

Schweiz
Baumer Electric AG
P.O. Box
Hummelstrasse 17
CH-8501 Frauenfeld
Phone +41 52 728 1122
Fax +41 52 728 1144
sales.ch@baumer.com

Deutschland / Österreich
Baumer GmbH
Pfungstweide 28
DE-61169 Friedberg
Phone +49 60 31 60 07-0
Fax +49 60 31 60 07-70
sales.de@baumer.com