

## SENSOREN ÜBERWACHEN FARBE VON BAUTEILEN

# Erkennen feiner Nuancen

Die Farbe von Bauteilen wurde in der Vergangenheit oft von geschulten Personen kontrolliert. Stattdessen ist auch die Integration von Farbsensoren in die Fertigung möglich, wie die Beispiele einer Emailliermanufaktur und eines Automobilzulieferers zeigen. Damit gehören Farbabweichungen und Reklamationen der Vergangenheit an.

„Wir müssen die Farbe von Emaillieabdeckungen genau bestimmen. Bisher nahm ein Mitarbeiter durch Sichtkontrolle diese Prüfung vor. Aufgrund des dezentralen Fertigungs und Emaillierens von Produkten zeigen sich immer wieder Farbabweichungen“, schildert Christina Erdner, Geschäftsführerin der Emailliermanufaktur zu Angermünde die derzeitige Situation (siehe Kasten Seite 48). Da die emaillierte Oberfläche durch die Glaschmelze Licht reflektiert, seien besondere Bedingungen gegeben.

Die Manufaktur stellt Emaillieabdeckungen für hochwertige Waschbecken her, die in Kabinen von Schiffen verbaut werden. Der Produzent der Waschbecken reklamierte jedoch in der Vergangenheit die Emaillieabdeckungen wiederholt, da diese farblich nicht zu den Waschbecken passten.

„Anfragen dieser Art begegnen uns täglich. Dabei stellt sich sofort die Frage, was eine genauere Farbbestimmung ist“, sagt Dr. Gundolf Geske, Leiter der Farb- abteilung der Astech Angewandte Sensortechnik GmbH, Rostock (siehe Kasten Seite 48). Die Frage, ob die jeweiligen Farbmess- oder Farberkennungsaufgaben mit den Cromlview-Farbsensoren des Unternehmens gelöst werden können, ist meist einfach zu beantworten. „Kann man bei den kleinsten noch zu unterscheidenden Farbnuancen mit dem Auge einen Unterschied erkennen, können es die Farbsensoren auch“, hören die Anwender immer wieder von Geske. So auch Christina Erdner.

Es bleibt jedoch zunächst die Frage offen, wie man einen Farbsensor parametrieren muss, auf welche Messgrößen man achten und wie man den Aufbau gestalten muss, um zu einem funktionierenden Prüfsystem zu kommen. Bei bekannten Messgrößen wie Länge, Geschwindigkeit, Temperatur, Druck, Spannung oder Strom ist es leicht, eine Genauigkeit rela-

tiv oder absolut anzugeben. „Bei der Farbe und bei Farbabweichungen haben die meisten Anwender jedoch kaum eine Vorstellung. Prozentangaben bei Farbabweichungen versagen, weil Farbe eine physiologische Größe ist.

Diese ist in der DIN 5033 als eine Gesicht- oder Sinnesempfindung definiert. Farbe ist also das, was der Mensch sieht,

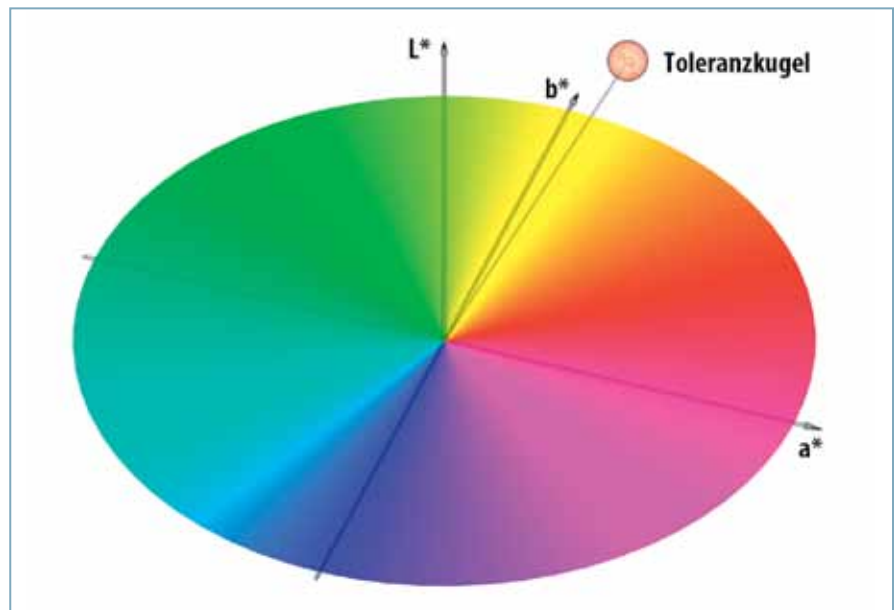
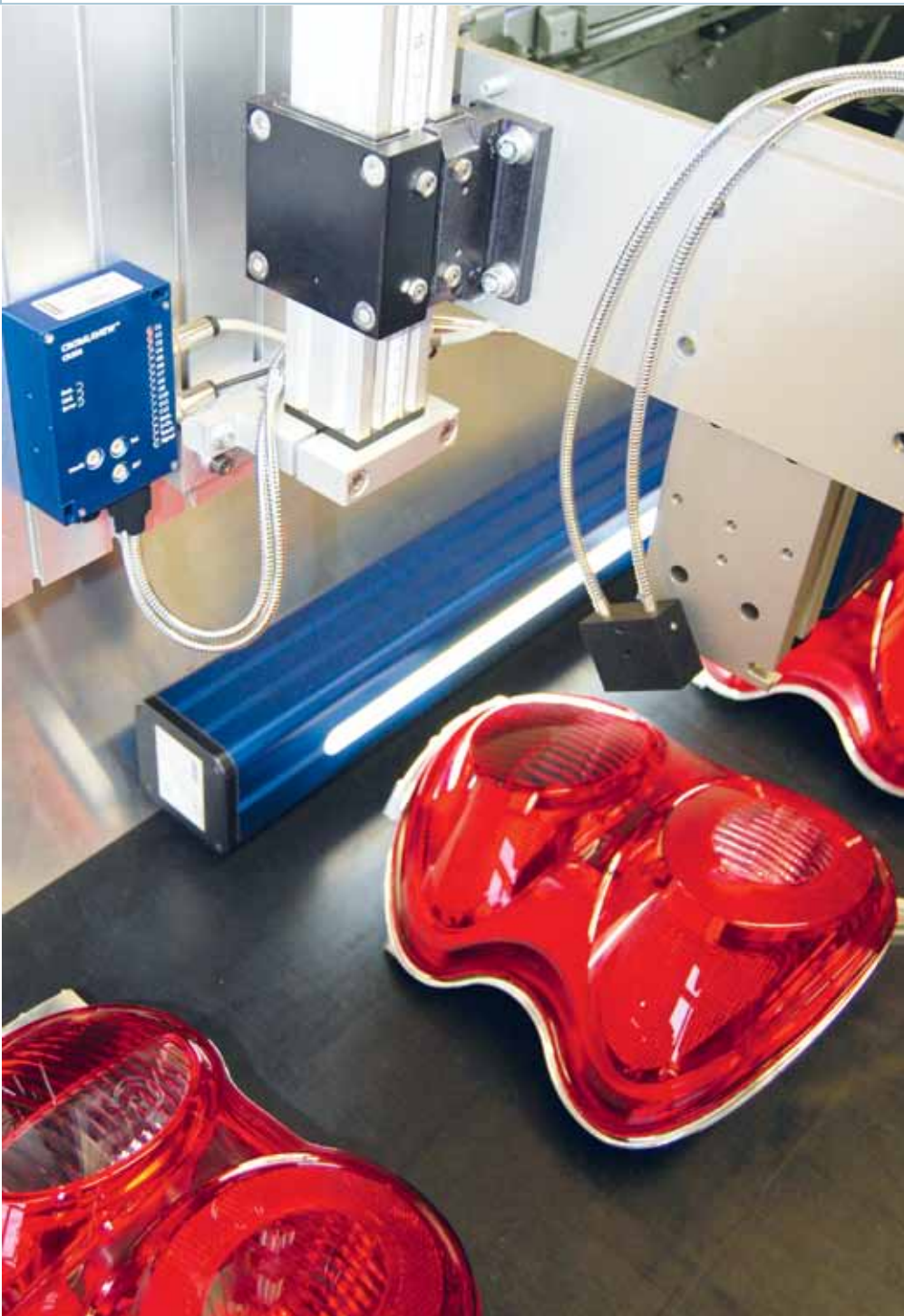


Bild 1.  $L^*a^*b^*$ -Farbraum mit einigen Farbwerten, die sich innerhalb einer Toleranzgrenze befinden, die die Form einer Kugel hat.



Bild 2. Die Emaillieabdeckungen werden mit einem Farbsensor mittels Lichtleiter im Winkel von  $45^\circ$  farblich vermessen, damit der Glanz bei der Messung ausgeschlossen ist.



**Bild 3.** Farbklassifizierung an Heckleuchtensystemen für rote, rosafarbene und weiße Glaseinsätze unter Verwendung einer Fokusoptik

und im eigentlichen Sinne keine physikalische Größe“, erläutert Geske. Daher müssen Farbsensoren zur richtigen Farbabstandsbewertung einen gleichabständigen Farbraum wie z. B. den  $L^*a^*b^*$ -Farbraum beherrschen (Bild 1).

Die Berechnung eines Farbabstands zwischen zwei Farben ist in DIN 6174 definiert und führt zum Delta E (auch  $\Delta E$  oder einfach  $DE$ ), das jeder kennen sollte, der sich in der Qualitätsprüfung mit Farbe auseinandersetzt. Ein  $\Delta E$ -Wert von 1 kennzeichnet einen Farbabstand, den nur noch ein geschultes Auge erkennt.

Weitere typische Bewertungsmaßstäbe sind in Tabelle 1 zu finden.

### Beurteilung von Emailleabdeckungen

Nach einer kurzen Schulung parametrieren die Sensorhersteller gemeinsam mit den Mitarbeitern der Emaillemanufaktur den Farbsensor. Dazu wurden zwanzig Emailleabdeckungen vermessen, welche nach visuellen Kriterien ausgesuchte Gut- und Schlechtmuster enthielten. Wenn die emaillierte, glänzende Oberfläche im Re-

flexbetrieb in einem Winkel von  $0^\circ$  beleuchtet wird, wird der Sensor von dem reflektierten Licht überblendet und erhält kaum Farbinformationen. Bei einer Neigung des Messkopfs, der durch einen Lichtleiter mit dem Farbsensor verbunden ist, schließt man diesen Glanz aus. Das direkt reflektierte Licht wird „weggespiegelt“, somit detektiert man nur die „reine“ Farbe der Oberfläche. Dabei hat sich ein Neigungswinkel von  $45^\circ$  bewährt. Deshalb wurde hierfür ein spezieller Tastkopf entwickelt, da das Problem des Glanzes von Oberflächen kein Einzelfall ist (Bild 2).

Nach Vermessung der 20 Proben mit dem Farbsensor CR200 von Astech, Rostock, konnten mithilfe der herstellereigenen Parametrierungssoftware CR-Tool ein mittlerer  $L^*a^*b^*$ -Sollfarbwert und eine Farbtoleranz  $\Delta E$  von 0,7 festgelegt werden. Diese wird in Form einer Kugel ausgelegt und als Farbtoleranzkreis aus verschiedenen Blickwinkeln angezeigt. Dank der integrierten Stabilisierungsfunktion Cromlastab erkennt der Farbsensor diese relativ feinen Farbnuancen über einen langen Zeitraum reproduzierbar und stabil.

Einige Monate nach der Einführung des Farbmesssystems resümiert die Geschäftsführerin der Emaillemanufaktur: „Mit dem Einsatz des CR200-Farbsensors verbesserte sich die Farbprüfung wesentlich, Reklamationen blieben aus. Bei der Einführung der Sensortechnik zeigte sich, dass der Einsatz eines PCs mit dem Diagramm und dem Farbkreis die effektivste Prüfung der Teile ermöglicht. Auch der Durchsatz hat sich erhöht.“

### Klassifizierung von Heckleuchtensystemen

Ein Zulieferer von Heckleuchtensystemen für einheimische Automobilmarken möchte die Farbe des Kunststoffglases seiner Produkte überprüfen. Hierbei geht es dem Unternehmen nicht um die Einhaltung von Farbtoleranzen, sondern um das Erkennen der jeweiligen Farbe.

Eine Klassifizierung der Heckleuchten anhand der Farben Rot, Rosa und Weiß ist nötig, weil die Heckleuchten für verschiedene Märkte produziert und nicht vertauscht werden dürfen. Da der Hersteller überdurchschnittlich hohe Anforderungen an die Qualität erfüllen will, wird hier eine 100-Prozent-Prüfung durchgeführt. Aufgrund der Ermüdung des Auges und der hohen Konzentrationsanforderun- »

**Der Anwender**

Die 1883 gegründete Emailiermanufaktur zu Angermünde GmbH blickt auf eine mehr als hundertjährige Tradition bei der Herstellung von emaillierten Produkten für unterschiedliche Einsatzbereiche zurück. Der Schwerpunkt liegt vor allem in der Produktion eines umfassenden Schilderprogramms sowie in der individuellen Auftragsemaillierung.

**Der Hersteller**

Die Astech Angewandte Sensortechnik GmbH ist Spezialist für berührungslose Messtechnik in der Industrie. Das Produktprogramm umfasst Sensoren für die Erfassung von Geschwindigkeit, Länge, Abstand, Position und Breite sowie Farbe. Das Rostocker Unternehmen verfügt über Erfahrungen beim Einsatz von optischen Sensoren unter schwierigen Umgebungsbedingungen und bietet dafür auch ein umfangreiches Zubehörprogramm an.

[www.qz-online.de](http://www.qz-online.de)

Diesen Beitrag finden Sie online unter der Dokumentennummer: **388761**

gen scheidet eine visuelle Kontrolle durch einen menschlichen Prüfer aus.

Im Gegensatz zu den Emailleabdeckungen schien die Aufgabe auf den ersten Blick relativ einfach. Der Grundsatz „Was das Auge sieht, erkennt ein Cromlaview-Farbsensor ebenfalls“ war aufgrund der großen Farbabstände zwischen drei Farben gegeben. „Jedoch waren die speziellen Nebenbedingungen etwas tückisch“, erinnert sich Geske. „Einerseits ist das Material aufgrund der Oberfläche spiegelnd, zudem ist es transparent und hat noch dazu eine innere Topologie, die auf treffende Lichtstrahlen bricht, und das in den verschiedensten Winkeln.“

Zu alledem gibt es keine Möglichkeit, das Material im Durchlichtverfahren zu

$\Delta E$	Bewertung
0 - 1	nicht oder kaum sichtbarer Farbunterschied
1 - 2	Farbunterschied nur von geschultem Auge erkennbar
2 - 3,5	Farbunterschied auch von ungeschultem Auge erkennbar
3,5 - 5	starke Abweichung
über 5	sehr starke Abweichung

Tabelle 1. Bewertungsmaßstäbe für Farbunterschiede

durchstrahlen, da das Gehäuse geschlossen ist. Des Weiteren befindet sich im Inneren des Gehäuses ein Hohlspiegel, der auf die reflektierten Lichtmengen Einfluss nimmt und damit bei der resultierenden Farbe, die der Sensor „sieht“, unvorhersehbare Verhältnisse schafft.

Die Lösung wurde aus der Anwendung bekannter optischer Gesetzmäßigkeiten und dem Einsatz empirischer Mittel, unter Einbeziehung der soft- und hardwaremäßigen Möglichkeiten des Farbmesssystems, erarbeitet.

**Farberkennung im Reflexlichtverfahren**

Die Farberkennung musste im Reflexlichtverfahren erfolgen, da eine Durchstrahlung nicht möglich war. Die reflektierenden Einflüsse des Glases konnten durch eine leicht winklige Anordnung (25°) eliminiert werden (Bild 3). Der Einfluss der inneren Strukturen, die eine stark ortsabhängige Brechung des einfallenden Lichts hervorrufen, konnte durch die Wahl eines Messfleckdurchmessers, der deutlich über der Strukturgröße liegt, minimiert werden. Dadurch wurde der Einfluss der Struktur wirksam ausgemittelt, sodass sich ein konstanter Farbwert pro Glasfarbe einstellte. Der Messfleck mit einem Durchmesser von 2 cm wurde durch eine entsprechende Optik im Objektstand von 10 cm erzeugt.

Der Einfluss des Hohlspiegels in der Heckleuchte zeigte sich dadurch, dass die Helligkeitsinformation des Messsignals proportional zur Transparenz des Glases war. Transparente Objekte ohne Hinterspiegelung zeigen genau das umgekehrte Verhalten. Da dieser Einfluss ebenfalls eine Ortsabhängigkeit – vor allem für das Helligkeitssignal – aufwies und logischerweise bei den Farben Weiß und Rosa stark auffiel, wurde hier als Toleranzkörper für den gespeicherten Farbwert keine Kugel-, sondern eine Zylinderform gewählt.

Durch die frei wählbare Zylinderhöhe ist ein sehr hoher Toleranzwert für die Helligkeit möglich, während der Farbton recht eng tolerierbar ist. Somit kann bei einer Bewegung unterhalb des Messflecks ein Bereich von 10 mm überstrichen werden, in dem der gemessene Farbwert trotzdem innerhalb des Toleranzkörpers liegt. Um Doppeldeutigkeiten auszuschließen, wird ein Triggereingang des Farbsensors durch eine Lichtschranke angesteuert. Somit wird sichergestellt, dass die Farbwertaufnahme am richtigen Messort ausgelöst wird und Fehlerkennungen ausgeschlossen sind. □

**Dr. Gundolf Geske,  
Prof. Ansgar Wego, Daniel Strandt**

► **Astech GmbH**  
T 0381 44073-0  
color@astech.de  
www.astech.de