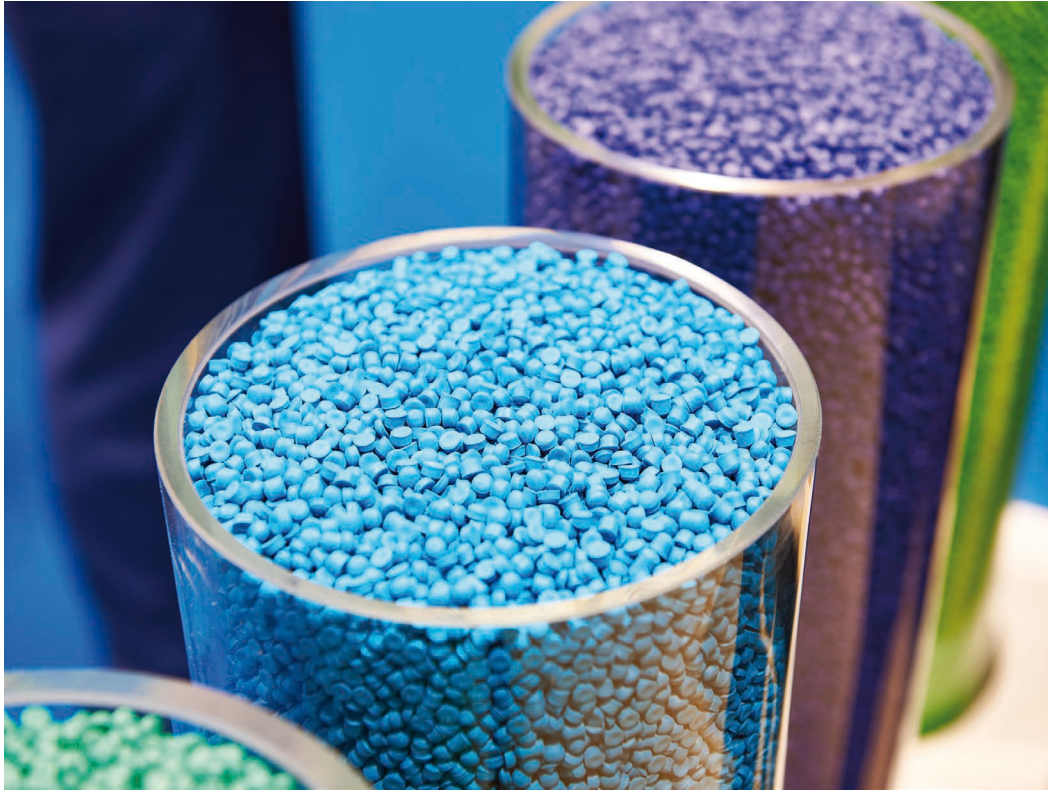


Inline-Farbmessung – wichtiges Werkzeug für die Qualitätssicherung



© AdobeStock_189783018

Die Messung der Farbe als Qualitätsparameter von Produkten und Zulieferteilen ist seit mehreren Jahrzehnten weit verbreitet. Wird die Farbe bereits „am laufenden Band“ kontrolliert und ggf. korrigiert, hat dies positive Auswirkungen auf die Herstellungskosten und die Schonung der Umwelt. Je nach Produkt sind unterschiedliche Messverfahren möglich.

Warum Farbmessung?

Die Farbmessung ist ein wichtiges Instrument zur Gewährleistung einer effektiven Produktion. Produkte von Lieferanten können im Voraus geprüft werden, um sicherzustellen, dass die Farbe innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegt.

Das Ziel fast jeder industriellen Produktion ist es, Produkte immer gleich herzustellen. Die Farbe ist eines der wichtigsten Qualitätsmerkmale. Unterschiede werden vom Betrachter sofort wahrgenommen. Normalerweise werden die Toleranzgrenzen so fest-

gelegt, dass keine oder nur eine sehr geringe Abweichung toleriert wird. Bei einigen Produkten hat die Farbe auch Kennzeichnungs- und Sicherheitsfunktion, z. B. bei Herstellung bestimmter Kabel.

In der Regel werden die Teile erst nach der Produktion auf ihre Farbe hin überprüft. Das bedeutet in der Folge, dass nichts mehr geändert werden kann, wenn die Teile nicht in Ordnung sind. Das Ergebnis ist ein oft immenser Ausschuss oder eine schlechtere Qualität des Produktes. Durch eine kontinuierliche Messung direkt in der Produktionsstraße lassen sich erhebliche Kosten- und Ressourceneinsparungen erreichen.

Wie werden Farben gemessen?

Die Farbmessungstechnik wurde entwickelt, um objektiv und quantitativ den Farbunterschied zwischen einer Referenzfarbe als Standard und einer Objektfarbe als Probe zu bestimmen. Es ist möglich, die Farbe jedes beliebigen Produkts zu messen: Feststoffe, Pulver oder Flüssigkeiten.

Farbe ist ein durch das menschliche Auge vermittelter Sinneseindruck und daher eine subjektive Größe. Aus diesem Grund bleibt die visuelle Farbbestimmung immer ungenau und schlecht reproduzierbar. Die Farbmessung hingegen bietet die Möglichkeit, Farben auf der Grundlage international definierter Normen objektiv zu bestimmen und zu kontrollieren. Die Farbmessung

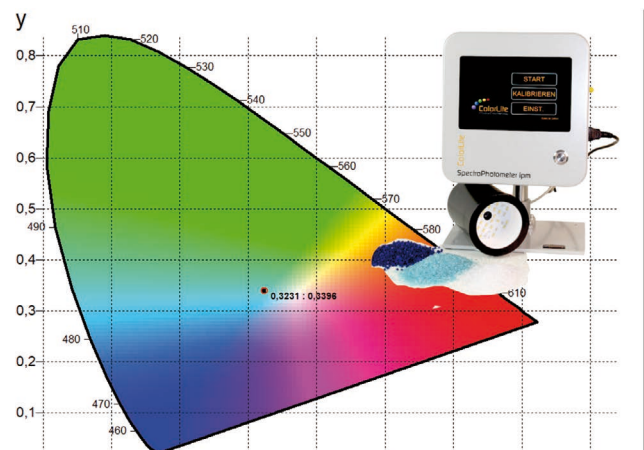


Bild 1: Farbraum
Im Farbraum werden alle Farben eines Farbmodells, die durch eine farbgebende Methode tatsächlich ausgegeben werden können, dargestellt.

Autor:
Dr. David Pryor,
Geschäftsführer
ColorLite GmbH
info@colorlite.de
www.colorlite.de

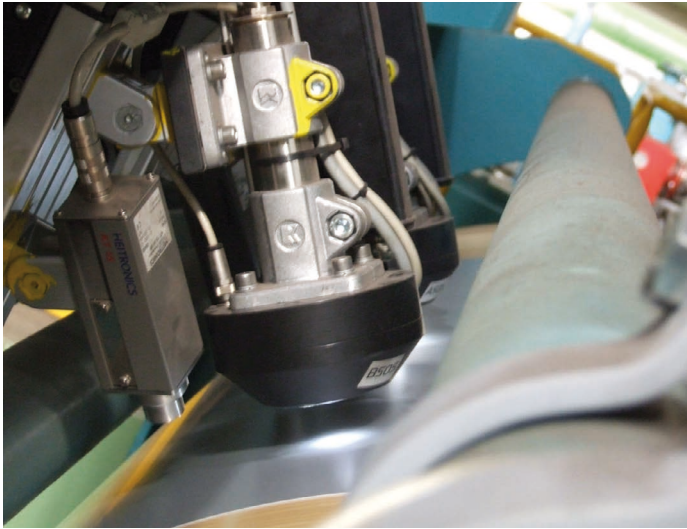


Bild 2: Vier Messköpfe auf Linearbahnen eines Systems von ColorLite tasten das Stahlband ab

erfüllt die Aufgabe, die Farbreize des reflektierten Lichts eines beleuchteten Körpers mit Hilfe von Zahlen zu bestimmen.

Ein Farbmesssystem besteht immer aus einer Beleuchtungsquelle und einem Spektrempfänger, die Winkelanordnung zwischen diesen beiden Komponenten wird durch die Messgeometrie beschrieben.

Die spektrale Lichtverteilung

der Probe wird mit einem Normlicht und mit drei Farbreizfunktionen des Auges gewichtet. Je nach ihrer Fähigkeit, elektromagnetische Strahlung in Informationen umzuwandeln, werden drei Zapfenzellen unterschieden, die jeweils rot-, grün- oder blauempfindlich sind. Dies führt dazu, dass eine Farbe mit drei Variablen X, Y und Z beschrieben wird. Für die meisten Anwendungen möchte man keine absoluten Werte, sondern Farbabweichungen bestimmen. Zu diesem Zweck hat die internationale Beleuchtungskommission CIE 1976 das Farbsystem $L^*a^*b^*$ oder CIELAB definiert. Die Helligkeit der Probe wird durch den L^* -Wert, die a^* - und b^* -Werte beschreiben die jeweiligen Farbkoordinaten Rot - Grün und Blau - Gelb. Die Differenz zwischen diesen drei Werten wird zur Berechnung der Gesamtfarbabweichung zweier Proben mit einem absoluten Wert ΔE verwendet. Bild 1 zeigt den Farbraum.

Die oben beschriebene spektrale Farbmessungstechnik ist eine weit verbreitete Methode zur Sicherstel-

lung der Farbe als Qualitätsmerkmal. Diese Technik ist nicht zu verwechseln mit der in der Industrie verwendeten Technik zur Identifizierung von Produkten, bei der lediglich unterschiedliche Farben, z. B. rot oder gelb, unterschieden werden. Die industrielle Farbmessungstechnik zur Qualitätskontrolle stellt wesentlich höhere Anforderungen an die Technik.

Vorteile von Inline Farbmessungstechnik

Bedingt durch unterschiedliche örtliche Gegebenheiten und Beschaffenheit der Produkte können verschiedene Messverfahren zur Anwendung kommen. Bei der Inline-Messung wird die Messeinheit direkt über der Produktionsstraße platziert. Diese Möglichkeit erfordert z. B. einen ruhigen Bandlauf. Sind die Bedingungen nicht so ideal, sind auch Online-Systeme möglich. In diesem Fall wird ein Bypass mit einer kleinen Produktmenge am Band vorbeigeführt und auf diesem Abzweig gemessen.

Automatisierte Messung

Durch eine hohe Anzahl von Messungen lassen sich aus dem Durchschnitt viel genauere Werte und Trends ermitteln als aus Einzelmessungen. Auch die Tatsache, dass die Messung automatisiert ist, verringert die Wahrscheinlichkeit von Messfehlern. Das bedeutet, dass die Inline- bzw. Online-Messung genauer und zuverlässiger

sein kann als die Messung von Proben im Labor, indem einige Proben, wie z. B. Granulat, vor der Messung aufwändig vorbereitet werden müssen, was eine zusätzliche Messunsicherheit bedeutet.

Dokumentation

Ein sehr wertvoller Vorteil ist natürlich die Tatsache, dass die Farbe der gesamten Produktion mit Inline-Messtechnik dokumentiert werden kann. So lassen sich auch Abweichungen erkennen, die nur temporär während der Produktion auftreten.

Insbesondere im Bereich des Recyclings, wo die Farbe des Eingangsmaterials variiert, gewinnt die Inline-Messtechnik immer mehr an Bedeutung.

Bei der herkömmlichen Offline-Farbmessung muss die Probe meist an einem anderen Ort gemessen werden. Während dieser Zeit läuft die Produktion weiter. Bei einer Abweichung kann erst nach längerer Zeit eine Reaktion erfolgen, mit den entsprechenden Konsequenzen.

Kombinierter Einsatz

Wird die Inline-Messtechnik in Kombination mit einer Rezeptursoftware und einem Dosiersystem eingesetzt, gewinnt diese Technologie noch mehr an Wert. In einem Regelkreis können die Zielfarben schon nach kurzer Zeit erreicht werden. Die Inline-Rezeptursoftware errechnet anhand von Kalibrierungsreihen automatisch, aus wel-

chen Grundfarben die gewünschte Farbe erreicht wird und welche Korrekturen dann normalerweise notwendig sind. Die laufende Produktion wird überwacht, und eine Anpassung der Rezeptur ist kontinuierlich gegeben.

Ausschluss möglicher Einflüsse

In Produktionsbetrieben kann theoretisch rund um die Uhr, sieben Tage die Woche, produziert werden. Dementsprechend hoch sind die Anforderungen an die Robustheit und Langlebigkeit der Messtechnik. Für die kontinuierliche Messung über lange Zeiträume ist zudem eine automatische Kalibrierung wichtig, damit Veränderungen durch Temperaturschwankungen oder andere Umwelteinflüsse die Messwerte nicht beeinflussen.

Im Gegensatz zur Offline-Messung, bei der die Probe normalerweise die Messgeräte berührt, gibt es bei der Prozessmessung keinen Kontakt. Daher müssen Umgebungslicht und Abstandsschwankungen berücksichtigt werden. Ersteres wird durch Messung des Umgebungslichts - zwischen zwei Blitzen, mit denen die Probe beleuchtet wird - ermittelt. Schwankungen im Messabstand sollten möglichst vermieden werden. Ist dies nicht möglich, können die Abweichungen durch Messung des Abstands kompensiert werden. Es ist jedoch besser, wenn der Messkopf automatisch auf den Probenabstand eingestellt wird.

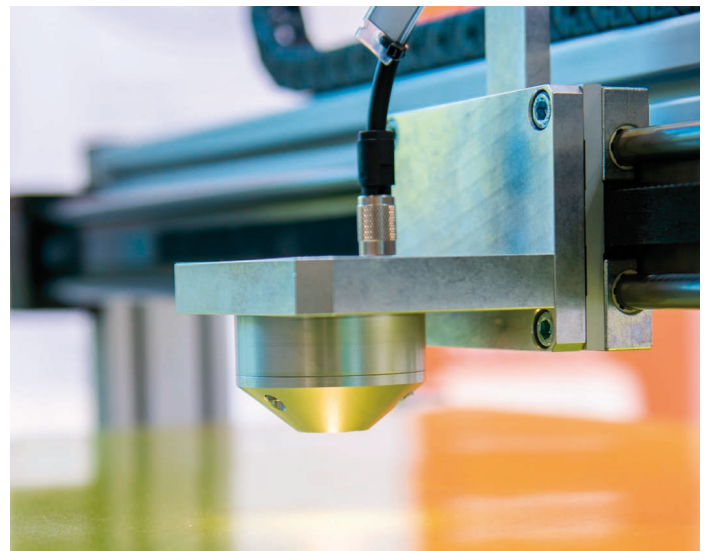


Bild 3: Messung von Kunststoff-Folien mit traversierendem Messkopf



Bild 4: Gerät mit externem Messkopf zur Integration für Folienmessung

Anwendungsbeispiele

Die Anforderungen, die an Farbmesssysteme gestellt werden, sind abhängig von der Anwendung.

Messung von Stahlblechen

Bei der Farbmessung von Stahlblechen und -bahnen während der Produktion wird die Anforderung einer Überwachung über eine mehr oder weniger große Breite der Bahnen gestellt. Dies erfordert die Montage beweglicher Messköpfe auf einem vertikalen Schienenträger (Bild 2). Dabei wird kontinuierlich der Abstand zur Bahnoberfläche überwacht und automatisch geregelt. So ist das System unabhängig von Produktebenen optimal eingestellt, auch bei einem Rollenwechsel.

Eine weitere Lineartraverse positioniert die Messeinheit horizontal parallel zur Bahn. Gleichzeitig wird die Oberflächentemperatur

des Materials gemessen. So können durch Temperaturunterschiede verursachte Messfehler kompensiert werden.

Über eine Feldbuskommunikation zu einem zentralen Server lassen sich Daten weltweit zur Prozessvisualisierung sowie zur Erstellung von Berichten und Auswertungen übertragen.

Messung von Folien

Eine weitere Anwendung von Farbmessung mit Traversen und beweglichen Messköpfen ist die Messung von Kunststoff-Folien (Bild 3). Hier ist die Messung der Folie im Durchlichtverfahren notwendig (Bild 4). Die Folie wird also von unten beleuchtet und das transmittierte Licht aufgefangen. Das System kann auch in Verbindung mit einem Farbdosierer zum automatischen Ausgleich und Regelung der Farbzufuhr zum Einsatz kommen

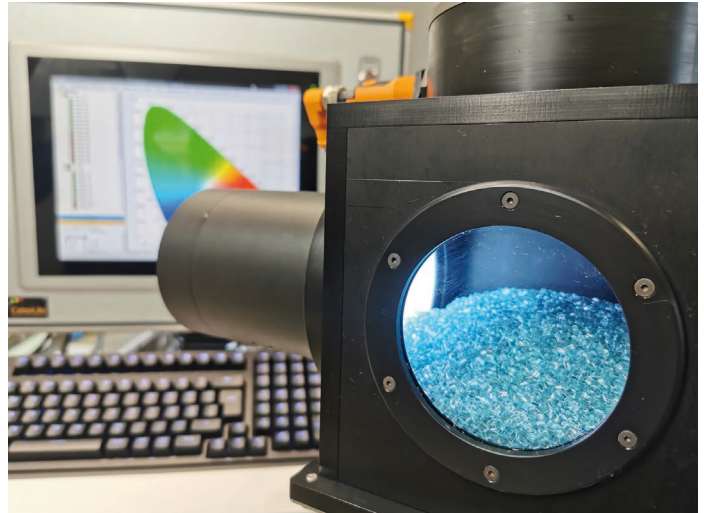


Bild 5: Messkammer und Messkopf zur Messung von Schüttgütern

Messung von Schüttgütern

In der Compoundierung liegen viele der eingesetzten oder produzierten Materialien als Schüttgüter vor. Auch hier ist eine automatisierte Messung von z. B. Granulaten möglich.

Der Messaufbau dieses Systems kann einfach parallel zum laufenden Prozess platziert werden. Über einen By-Pass wird pneumatisch Material dem Prozess entnommen und in die Messkammer geleitet. Der Messkopf ist diesem Fall seitlich angebracht (Bild 5). Ein Füllstandssensor überwacht den Füllstand. Im Anschluss wird automatisch eine Messung ausgelöst und anschließend das Material wieder dem Produktionsprozess zugeführt. Die Messeinheit wird mit einem Steuerungssystem verbunden und kann von dort bedient und auch an das

Prozessleitsystem der Produktion angeschlossen werden.

Messung an Kabeln oder am Strang

Eine kontinuierliche Farbmessung bereits am Kunststoffstrang, bzw. Extrudat bei der Compoundherstellung oder Extrusion und an Kabeln verkürzt die Mess- und Reaktionszeiten.

Für dieses Verfahren ist ein kleiner, kompakter Messkopf notwendig, der in Verbindung mit einem Spektralphotometer und automatischer Kalibriervorrichtung in Kombination mit einem Infrarot (IR)-Temperatursensor berührungslose Messungen ermöglicht. Hier wird ein ruhiger Bandlauf durch Rollenführungen (Bild 6) erreicht und Messschwankungen durch Temperaturkompensationen ausgeglichen. ◀

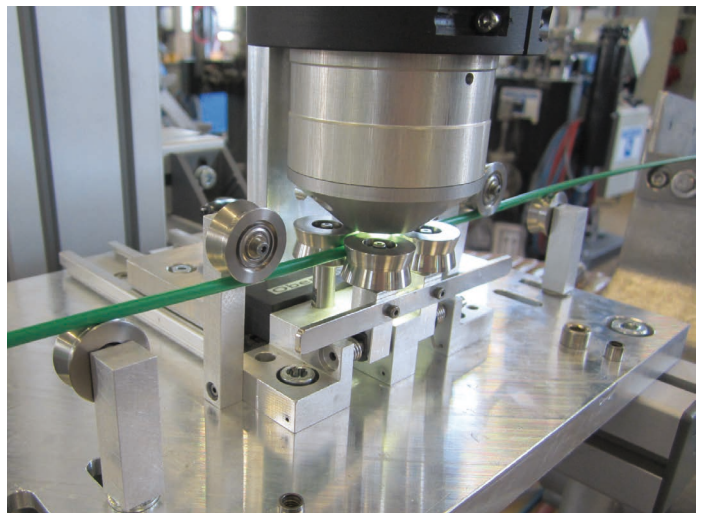


Bild 6: Rollenführung einer Farbmessung am Kunststoffstrang