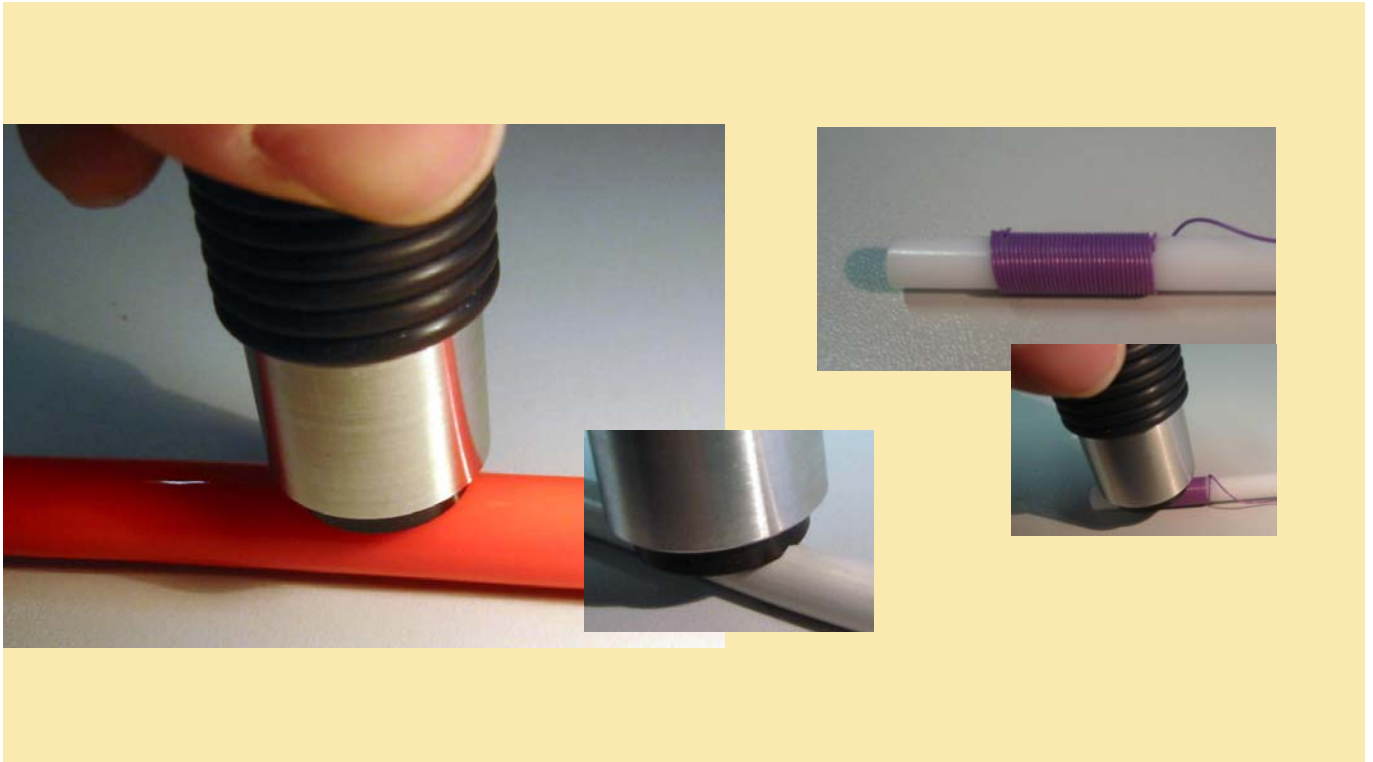


Anwendungsbeispiel 23-012

Farbmessung an Kabeln



Anwendungsbereiche:

- Wareneingangs- und Warenausgangskontrolle
- Kontrolle der laufenden Produktion
- Optimierung der Masterbatch-Dosierung
- Digitale Referenz für künftige Lieferungen

Einleitung

Die folgende Methode beschreibt, wie die Farbe von Kabeln geprüft werden kann, um diese als Qualitätsmerkmal zu gewährleisten. Im Gegensatz zu vielen anderen Produkten aus Plastik, wo Farbe nur ein Designmerkmal ist und Farbunterschiede nur ein ästhetisches Merkmal darstellen, haben Kabelfarben eine technische Funktion. Nur durch die farblichen Merkmale können zwei ansonsten physikalisch identische Kabel unterschieden werden. Farbe bestimmt zum einen die Funktion eines Kabels. Zum anderen kann ein Farbunterschied zwischen zwei Kabeln auch einen Sicherheitsfaktor darstellen.

Moderne Farbmesssysteme werden heute eingesetzt, um Farbwerte von Kabeln zu kommunizieren und um Akzeptanzgrenzen zu spezifizieren.

Dabei ermöglichen es Spektralphotometer Farben zu digitalisieren, die Daten zu speichern und später wieder abzurufen, zum Beispiel als Referenz in der Wareneingangskontrolle. Dies ist auch dann noch möglich, wenn sich das Originalteil bereits wieder durch Alterung oder Abnutzung farblich verändert hat.

Die visuelle Bewertung von Farbunterschieden ist sehr schwierig, da sich der Faktor der subjektiven Beurteilung nicht ausschließen lässt. Und nicht nur dies, auch weitere Einflüsse wie Lichtverhältnisse, Betrachtungswinkel und Beobachter haben einen Einfluss bei der visuellen Bewertung von Farbunterschieden. Farbmessstechnik hingegen ist in international geltenden Normen geregelt und ermöglicht so eine objektive Festlegung von Farbwerten und Abweichungstoleranzen.

Messmethoden

Um Fehler zu minimieren, welche aus Geräteabweichungen und verschiedenen Proben-Geometrien entstehen können, müssen Farbreferenzen direkt gemessen und als Standard gespeichert werden. Kabelfarben werden oft anhand eines Farbsystems beschrieben, wie zum Beispiel RAL. Aber eine Kabelfarbe mit einer RAL-Skala zu vergleichen, ist wie der Vergleich zwischen Äpfel und Birnen. Ein derartiger Abgleich kann nur als grober Anhaltspunkt durchgeführt werden, für die Qualitätssicherung ist dies nicht ratsam.

Farbmesstechnik kann in zwei große Gruppen, abhängig von der eingesetzten Technik, eingeteilt werden: Colorimeter und Spektralphotometer.

Nur Spektralphotometer können Farben in hoher Auflösung messen und die Abhängigkeit der Farbdifferenz von der Beleuchtungsquelle bestimmen.

Eine weitere wichtige Spezifikation innerhalb der Farbmesstechnik ist die Messgeometrie:

- 45°/0° beleuchtet mit einer Beleuchtung bei 45° und misst bei einem Winkel von 0°, d.h. senkrecht zur Probenoberfläche.
- d/8° beleuchtet mit einer diffusen Lichtquelle und misst bei einem Winkel von 8°.

Farbunterschiede, zum Beispiel zwischen zwei Firmen, sind nur vergleichbar, wenn beide Firmen mit der gleichen Messgeometrie gemessen haben. Ebenso können Messergebnisse eines Colorimeters nicht mit Messergebnissen eines Spektralphotometers verglichen werden.

Messung von Kabelfarben mit einem ColorLite sph850 oder sph900

Die Spektralphotometer von ColorLite sind besonders ideal zur Messung an gekrümmten Proben, wie zum Beispiel Kabel. Dies ist durch Einsatz von Lichtwellenleitern und neuester LED-Technologie möglich, welche das Design eines sehr kleinen Messkopfs ermöglicht haben.

Eine nicht unerhebliche Fehlerquelle bei der Farbmessung ist die Schnittstelle zwischen Messkopf und dem zu messenden Produkt. Für eine exakte Messung und eine gute Wiederholbarkeit ist es absolut notwendig, dass der Messkopf perfekt auf der Probe sitzt. Die ColorLite Spektralphotometer haben einen externen Messkopf, welcher mit einem optional eingearbeiteten Prisma eine ideale Verbindung mit dem Kabel herstellt.



Bild. 1-1 optimale Verbindung zwischen Messkopf und zu messendem Kabel

Messung einer Standardfarbe

Es ist möglich, einen Standard und dann direkt eine Probe in einem Durchgang zu messen. Dies bedeutet aber auch, dass der Standard jederzeit benötigt wird, was wiederum dazu führen kann, dass der Standard beschädigt wird. Die beste Lösung ist es daher, die Standardfarbe einzumessen und dann abzuspeichern. Das Standardmuster kann dann an einem sicheren Platz aufbewahrt werden.

Standards können auf zwei verschiedene Arten gemessen werden:

- 1) durch Anschluss des Spektralphotometers an den PC und Nutzung der Software ColorDaTra-Professional
- 2) durch Messung des Standards mit dem Spektralphotometer sph 850 und anschließender Datenübertragung mit der Software ColorDaTra Basic an den PC. Auf dem PC kann die Messung dann mit einem Name versehen werden und anschließend wieder zurück auf das Gerät transferiert werden. Bei der Messung mit dem sph900 können die gemessenen Standards direkt benannt werden.

Bevor die Standardfarbe eingemessen wird ist es wichtig, dass das Gerät mit dem mitgelieferten BAM-Weißstandard gemäß Bedienungsanleitung kalibriert wird.

Die Messung des Standards muss durch eine Mehrfachmessung erfolgen, welche automatisch eine Mittelwertbildung durchführt. Die Messung wird an fünf verschiedenen Stellen des Kabels vorgenommen.

Nach der Messung des Standards wiederholt man den Vorgang, aber misst dieses Mal das Kabel als Probe ein. Dies dient der Prüfung der Wiederholbarkeit, der DE-Wert sollte unter 0,3 DE liegen. Die Wiederholbarkeit ist abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit des Kabels und kann viel weniger als 0,3 DE betragen. Der Messfleck des Standardmesskopfes beim sph850 und sph900 ist ca. 3 mm im Durchmesser. Ein schmaleres Kabel wird automatisch mit einem schmaleren Messfleck gemessen, weil dieser Messfleck dann enger am Kabel liegt (siehe Bild 1)

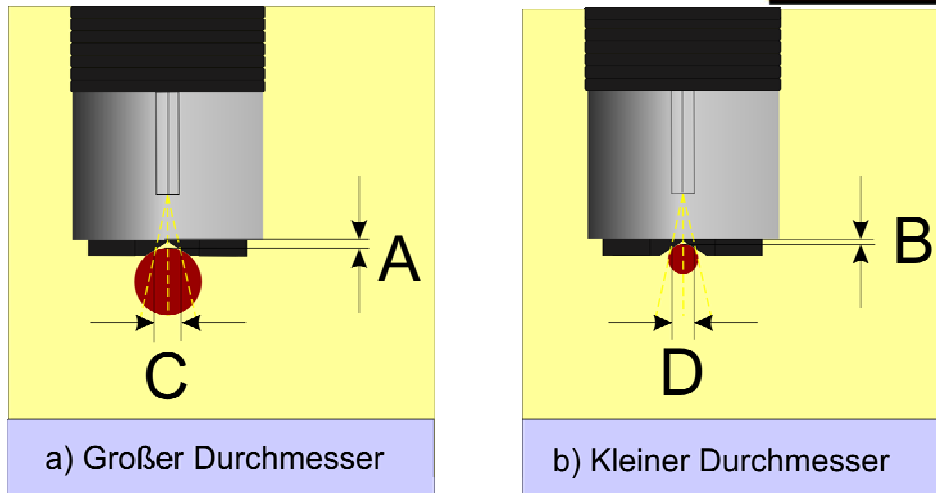


Bild 1: Vergleich zwischen der Messung eines großen und eines kleineren Kabels:
 $A > B$ und weil der Messfleck konisch ist $C > D$

Ein ideales Kabel hat einen Durchmesser > 5 mm und eine glatte Oberfläche.



Bild 2: Das Kabel muss durch Messung an 3 bis 5 verschiedenen Stellen gemessen werden.

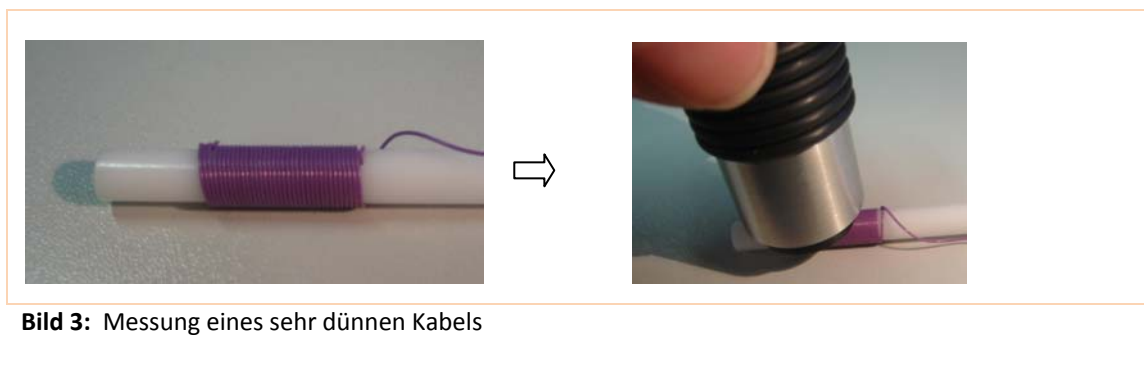


Bild 3: Messung eines sehr dünnen Kabels

Kabel mit einem kleinen Durchmesser unter < 2 mm sollten gemessen werden durch Aufwickeln auf eine Stange mit einem Durchmesser von über 6 mm. Dieser Aufbau kann dann, wie in Bild 3 gezeigt, gemessen werden. Es sollte aber auch hier 3 bis 5 Mal abgetastet werden.

Die Anzahl der Messungen, also wie oft gemessen werden muss um einen verlässlichen Wert zu ermitteln, ist abhängig von:

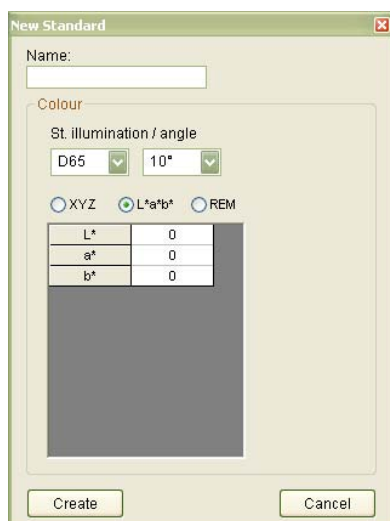
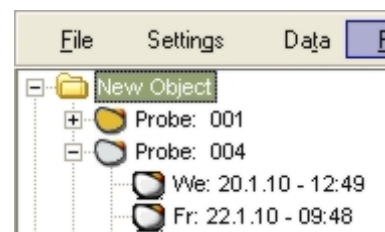
- der Homogenität der Oberfläche, z.B. wie gleichmäßig die Oberfläche eingefärbt ist und wie glatt die Oberfläche ist
- dem Toleranzbereich. Kleinere Limits benötigen eine bessere Wiederholbarkeit

Manuelle Eingabe einer Standardfarbe

Es kann hilfreich sein, den Standard vom Durchschnittswert einer produzierten Charge oder einer kompletten Produktionsperiode zu ermitteln. Mit Hilfe der ColorDaTra-Software ist es möglich, Durchschnittswerte festzulegen. Diese können dann mit der Funktion „Standard erzeugen“ in die Software eingespielt werden.

Um dies durchzuführen, klicken Sie auf das Ordnerzeichen.

Dann öffnen Sie das Menü durch Klick auf die rechte Maustaste. Wählen Sie dann im Menü „Neuen Standard erzeugen“. Das folgende Feld öffnet sich:



Es müssen der Name, die Belichtungs- und Betrachtungsart, und die L*a*b*-Werte des Standards eingegeben werden. Dann klicken Sie auf " Erzeugen" und ein neuer Standard wird angelegt. Er kann genauso benutzt werden wie ein Standard, der direkt eingemessen wurde. Der gespeicherte Farbstandard dient normalerweise der Überprüfung der

Probenfarben. Gewöhnlich heißt das, es müssen vom Benutzer Toleranzgrenzen festgelegt werden, um eine PASS/FAIL –Auswertung zu erhalten.

PASS /FAIL-Grenzen

Eine wichtige Frage ist, wie die Grenzen zur Annahme oder Ablehnung einer Probe gesetzt werden. Farbmessung basiert auf der menschlichen Wahrnehmung. Die gemessenen Farbdifferenzen sollten dabei den gemessenen Farbunterschieden entsprechen. Normalerweise ist dies auch so, aber beim normalen Delta E Wert wird nicht berücksichtigt, dass das menschliche Auge für Farben mit einer geringen Sättigung wie Weiß oder Pastell, empfindlicher ist. Das heißt, dass ein Farbunterschied von $DE = 1$ bei weißem oder grauem Kabel visuell wahrgenommen wird, bei blauem Kabel aber nicht.

⇒ **Ein wahrgenommener Farbunterschied ist abhängig von der Farbsättigung.**

Farbunterschiede können definiert werden als Differenzen eines Delta-E Wertes oder als Differenz der CIE L^* , a^* , b^* Werte (natürlich können auch andere Farbskalen genutzt werden, was selten vorkommt).

Der DE-Wert wird üblicherweise benutzt, hat aber den Nachteil, dass keine Information darüber vorliegt, welcher Wert unterschiedlich ist.

Die Delta CIE $L^*a^*b^*$ Werte haben die folgenden Bedeutungen:

DL^* Hell/Dunkel Wert:

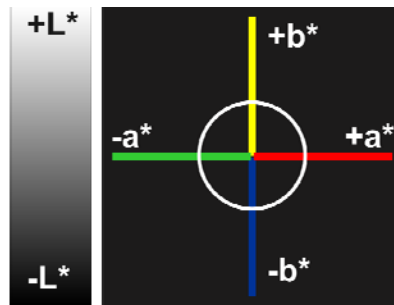
Positiver DL^* bedeutet heller, negativer DL^* bedeutet dunkler

Da^* Grün/Rot Wert:

Positiver Da^* bedeutet roter, negativer Da^* bedeutet grüner

Db^* Blau/Gelb Wert:

Positiver Db^* bedeutet gelber, negativer Db^* bedeutet blauer



Festlegen von PASS / FAIL Grenzen

Der beste Weg um Toleranzgrenzen festzulegen, ist die Messung von präparierten Proben.

- 1) Entweder die Messung von drei Farbmustern, welche die gewünschte Farbe und zwei Grenzmuster darstellen, oder
- 2) Messung von zwei Proben mit Grenzmuster-Farben.

Um diese Muster visuell zu beurteilen ist es wichtig, ideale Konditionen zu schaffen. Die Empfindung von Farbunterschieden ist abhängig vom Umgebungslicht. Farbwerte werden normalerweise berechnet nach D65, was standardisiertes Tageslicht ist, mit einer Farbtemperatur von 6500°K (entspricht dem Tageslicht zur Mittagszeit).

Wenn nur obere und untere Grenzmuster benutzt werden, ist es möglich, die mittlere Abweichung zwischen den zwei Farben zu messen und daraus den Standard zu erzeugen (siehe manuelle Eingabe einer Standardfarbe).

Die Grenzen werden dann bei der Hälfte der gesamten Differenz festgesetzt.

Grenzwerte können im Programm ColorDaTra im Menü "Qualitätskontrolle" eingegeben werden, selbstverständlich können jedem Standard separate Grenzwerte in Form von DE-Werten or DL*, Da* und Db*-Werten zugeordnet

werden. Sobald ein Standard auf das Spektralphotometer geladen wird, werden auch automatisch die dazu gehörigen Limits geladen.

Bei beiden Geräten, sph850 und sph900, ist es möglich, Grenzen zu setzen. Das sph850 akzeptiert aber nur symmetrische Grenzwerte, zB.. $DL^* \pm 0.7$. Das **sph900** akzeptiert auch asymmetrische Grenzwerte, zB **$+ DL^* = 0.4$** and **$- DL^* = 0.8$** .

Messergebnisse

Messergebnisse werden direkt auf dem Spektralphotometer angezeigt, beim sph850 ist eine PASS/FAIL-Ausgabe optional, beim sph900 ist die Ausgabe standardmäßig enthalten.

Durch Nutzung der Software ColorDaTra–Professional kann das Gerät direkt mit dem PC verbunden werden, wo die Messwerte sofort angezeigt und abgespeichert werden können.

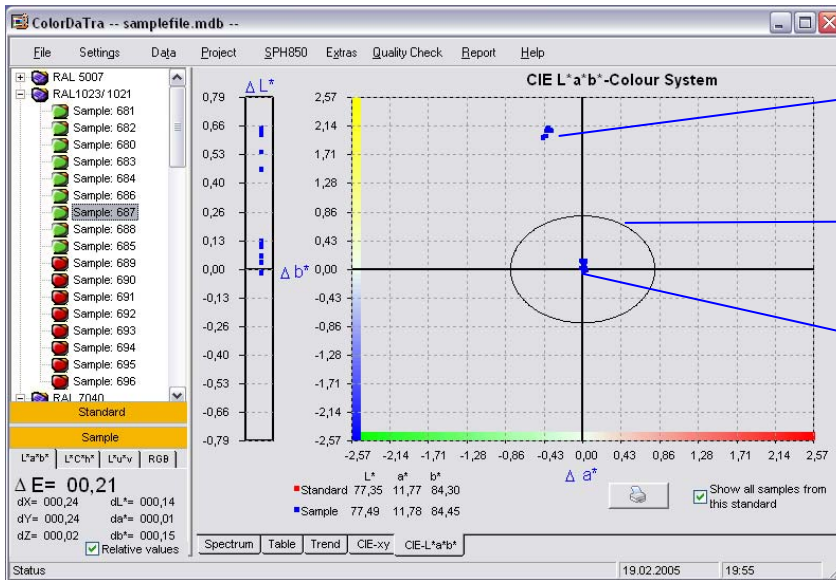
Die Messwerte werden eingesetzt für:

- Optimierung der Farbstoffrezeptierung
- Objektive Qualitätskontrolle mit Protokoll in der Kabelproduktion, Wareneingangs- und Warenausgangskontrolle
- Digitale Referenz für künftige Lieferungen

Benötigte Messausstattung

- ColorLite sph850 Spektralphotometer oder ColorLite sph900 Spektralphotometer
 - Messkopf mit eingearbeitetem Prisma
 - PASS/FAIL Software (optional beim sph850)
 - ColorDaTra Software - Basic oder Professional
-

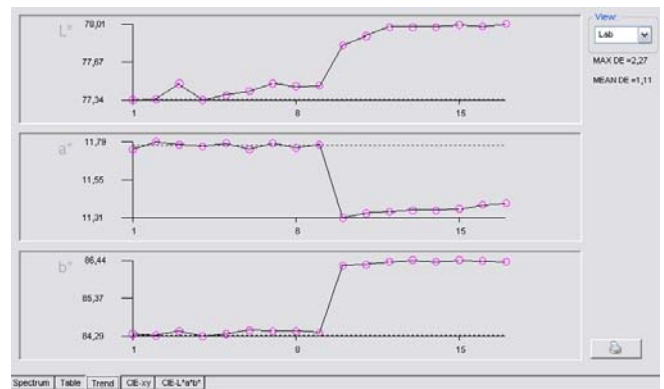
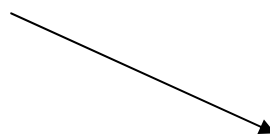
ColorDaTra Software



Probenfarbe

Qualitätslimits

Referenzfarbe



Trendanalyse