

Messung der Farbe (L*a*b*) von Kunststoffrezyklaten mittels des Laborgerätes SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P



1. Presseartikel

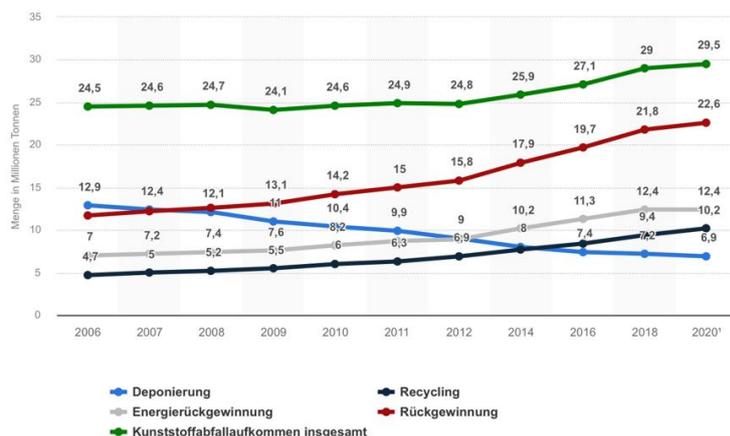
Zunächst sei in Bezug auf den Stand der Kunststoffrecyclingquote auf Artikel und Beiträge aus dem deutschsprachigen Raum hingewiesen:

320° Deutschlands Online-Magazin für die Circular Economy:

„Recyclingfähigkeit: Versprechen für 26 Kunststoffprodukte in EU

Bis 2025 sollen in Europa jährlich zehn Millionen Tonnen recycelte Kunststoffe hergestellt werden. Dazu hat sich die europäische Allianz für Kunststoffrecycling verpflichtet. ... 27. September 2021“

Statista: Kunststoffabfallaufkommen und recycelte Menge Kunststoff in Europa in den Jahren 2006 bis 2020 (in Millionen Tonnen)



➤ **Hintergrundpapier: Plastikpolitik in Deutschland und der EU:**

Aktuelle Gesetze und Initiativen, Ecologic Institut, Juli 2020

<https://bmbf-plastik.de/de/publikation/hintergrundpapier-plastikpolitik>

„... Für Verpackungsabfälle aus Kunststoff werden folgende Recyclingziele gesetzt:

>> 50 Gewichtsprozent bis 2025

>> 55 Gewichtsprozent bis 2030 ...“

➤ **RECYCLING magazin:**

Kunststoffrecycling in Europa muss massiv ausgebaut werden

„... Das Recycling von Kunststoffen in Europa befindet sich im Umbruch. Einerseits erhöhen sich die Anforderungen an dieses Recycling beständig. Andererseits stehen Handel und Industrie von Verbraucherseite aus zunehmend unter Druck, mit Kunststoffen verantwortlich umzugehen.

Vor diesem Hintergrund wurden auch die gesetzlichen Anforderungen in der EU erhöht. Für Kunststoffverpackungen etwa steigt die gesetzlich vorgeschriebene Recyclingquote in der EU auf 55%. ... Das würde wiederum bedeuten, dass – bei stabilen Konsummengen – die Menge der in der EU produzierten Kunststoffrezyklate von geschätzt knapp 5 auf 11 Millionen Tonnen jährlich ansteigen müsste. ...“

<https://www.recyclingmagazin.de/2020/07/01/kunststoffrecycling-in-europa-muss-massiv-ausgebaut-werden/>

➤ **KUNSTSTOFFE 10/2021:**

Der lange Weg zur Kreislaufwirtschaft

Die Schwierigkeiten beim Kunststoffrecycling überwinden

„... Nach Zahlen des europäischen Verbands der Kunststoffherzeuger PlasticsEurope hat sich etwa die Menge des in der Europäischen Union (einschließlich Norwegen und der Schweiz) aufbereiteten Post-Consumer-Abfalls von 2006 bis 2018 verdoppelt. Sie stieg von 4,7 auf 9,4 Mio. t. Deponiert wurden 2018 noch 7,2 Mio. t. Der größte Teil der ausrangierten Post-Consumer-Kunststoffe in der EU, 12,4 Mio. t., landet in der thermischen Verwertung. ...“

Ein PDF des Artikels unter www.kunststoffe.de/onlinearchiv

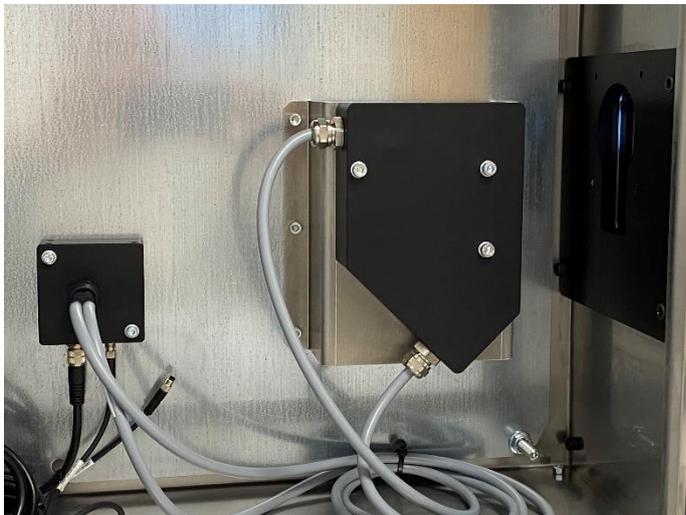
2. Zunehmende Notwendigkeit der Qualitätskontrolle von Rezyklaten

Wie aus den zitierten Artikeln und Fachbeiträgen zu entnehmen ist, steigt die Recyclingquote bei Kunststoffverpackungen bis 2025 zunächst auf 50% und bis 2030 auf dann 55%. Bei den Recyclingunternehmen steigt dabei der technische Aufwand, diese Quoten zu erreichen und zu halten, überproportional an, steigen doch auch die Erwartungen seitens der Konsumenten, an eine qualitativ hochwertige und optisch einwandfreie recycelte Verpackung. Das im Folgenden beschriebene Laborgerät soll dabei helfen, den Farbverlauf der Rezyklate zu überwachen sowie zu dokumentieren. Die Idee dabei ist, dem Rezyklatstrom in regelmäßigen Abständen Proben zu entnehmen und diese dann mittels dem Laborgerät SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P in Bezug auf die Farbe zu vermessen. Das Gerät zeigt dabei den Farbwert in $L^*a^*b^*$ sowie den Abweichungen zur jeweils vorgegebenen Referenz an. Ferner wird jede Probe dokumentiert und diese kann mit einem Etikett, das auf das jeweilige Datum, die Uhrzeit sowie die $L^*a^*b^*$ und $dL^*da^*db^*$ Werte hinweist, versehen werden.

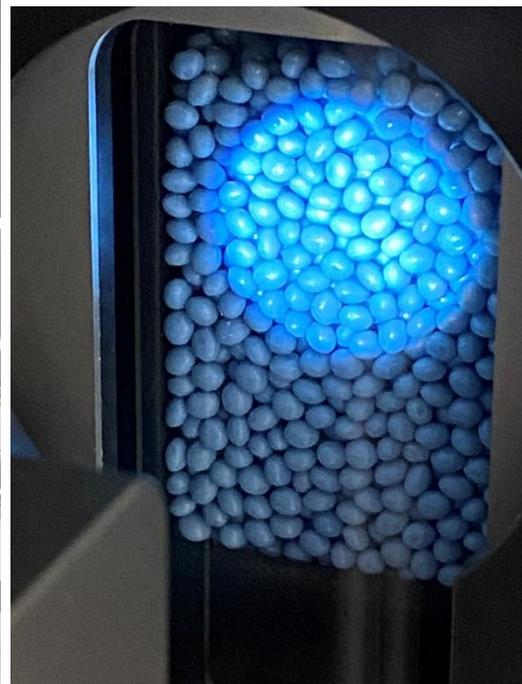
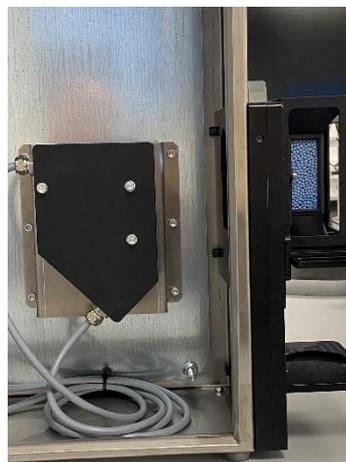
3. Aufbau des Laborgerätes SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P

3.1 Messprinzip

Verwendung findet hierbei die sog. 0°/45°-Methode, dabei wird die Probe unter 0° beleuchtet und unter 45° beobachtet. Das Rezyklat wird hierzu hinter einer Glasscheibe angeordnet, der Abstand vom Sensorkopf zum Rezyklat ist somit konstant. Beleuchtet und beobachtet wird hierbei eine Rezyklatfläche mit einem Durchmesser von ca. 20mm, dadurch wird eine gewisse optische Mittelung erreicht, die leicht unterschiedliche Lage der Pellets von Messung zu Messung hat dann keinen wesentlichen Einfluss auf das Messergebnis.



Das Messsystem ist hier in ein optisches Frontend sowie in eine Auswerteeinheit unterteilt. Das optische Frontend ist über zwei Lichtleiter (Sender- und Empfänger-zweig) mit der Farbauswerteeinheit verbunden, die Farbauswerteeinheit verfügt über eine RS232-Schnittstelle, mittels RS232/USB-Converter ist



die Farbauswerteeinheit mit einem Panel-PC verbunden. Die Pellets werden mittels Trichtereinheit dichtest gepackt vor der 15mm dicken Glasscheibe, die den Innenbereich vom Außenbereich trennt, platziert. Nach erfolgter Messung mittels Schieber wieder in den Probenbehälter gefüllt. Zum Kalibrieren des Messsystems werden RAL-Kunststoffkarten verwendet, dabei sollte darauf geachtet werden, dass die zum Einsatz kommenden Karten visuell farblich mit den Pelletsproben in etwa übereinstimmen. Hierzu wird der Trichter vom Messsystem entfernt und die Karten können dann der Reihe nach in die dafür vorgesehene Öffnung eingeführt werden. Mittels der Kalibriersoftware SPECTRO3-MSM-DOCAL-Scope wird der Bediener durch den Kalibriervorgang geleitet.

3.2 Das Messsystem

Im Wesentlichen besteht das Messsystem aus den folgenden Komponenten:

- Auswerteeinheit (Panel-PC, Sensorik, Kalibrierkartenaufnahme, Halterung für Probenaufnahme, Pelletsaufnahmeeinheit mit Schauglas, Schieber, +24V-Netzteil, USB-Schnittstellen, EIN/AUS -Schalter, Ethernet-Schnittstelle).
- Etikettendrucker
- Pelletsprobenbehälter
- RAL-Kunststoffkalibrierkarten
- Tastatur
- Maus



3.2.1 Auswerteeinheit

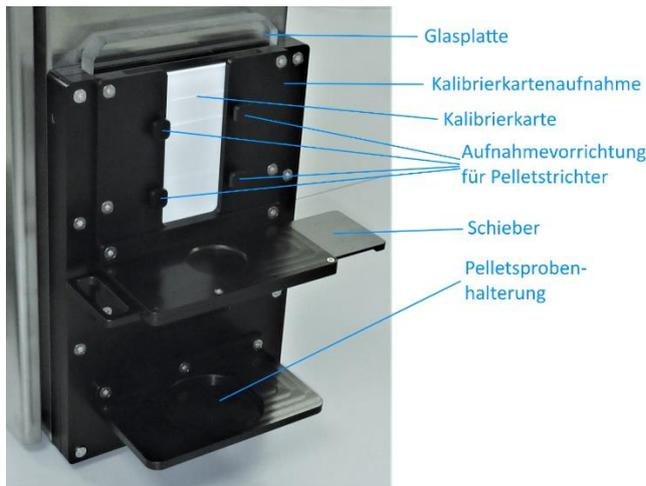
Das Edelstahlgehäuse beherbergt die Farbsensorik (Frontend und Farbauswerteeinheit), den Panel-PC, den Ein/Aus-Schalter, die USB-Schnittstellen, die Ethernet-Schnittstelle, den Rundstecker zum Anschluss des +24V-Netzteils und des Weiteren ist die Kalibrierkartenaufnahme inkl. Schieber, Probenaufnahme sowie Glasplatte fest mit dem Gehäuse verbunden. Der Trichter inkl. Schauglas zur Pelletsaufnahme kann nach erfolgter Kalibrierung zur Messung der Farbe des Rezyklats an diese Einheit angeflanscht werden.



Auswerteeinheit inkl. Kalibrierkartenaufnahme, Glasplatte, Trichtereinheit, Kalibrierkarte inkl. Hülle, Rezyklatprobenaufnahmebehälter, +24V-Netzteil, Tastatur und Maus.

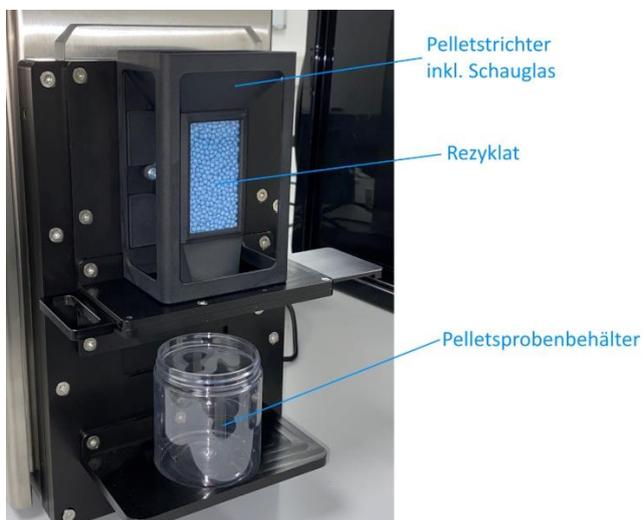
3.2.2 Kalibrierkartenaufnahmeeinheit inkl. Glasplatte, Schieber und Probenhalter

3.2.2.1 Kalibrierkartenaufnahmeeinheit ohne Rezyklataufnahmeeinheit



Die seitlich am Edelstahlgehäuse angebrachte Kalibrierkartenaufnahmeeinheit ermöglicht ein Kalibrieren der Farbsensorik auf die jeweilige Kalibrierkarte. Die Glasplatte befindet sich dabei unmittelbar vor der Kalibrierkarte und zwischen Kalibrierkarte und Farbsensorik. Nach dem Kalibrieren der Sensorik auf die jeweilige RAL-Kunststoffkarten (Kalibrierkarten) kann diese entfernt werden und stattdessen wird die Rezyklataufnahmeeinheit aufgesetzt.

3.2.2.2 Kalibrierkartenaufnahmeeinheit mit Rezyklataufnahmeeinheit



Nachdem die Pelletstrichtereinheit an die Kalibrierkartenaufnahmeeinheit angeflanscht wurde, kann das Rezyklat über den Trichter in den Raum, der von der Pelletstrichtereinheit und der Glasplatte gebildet wird, gefüllt werden. Das Rezyklat kann über die in die Pelletstrichtereinheit integrierten Schaugläser betrachtet werden. Zudem füllen die Pellets den Innenraum zwischen Glasplatte und Pelletstrichtereinheit nahezu vollständig auf. Die Pellets liegen somit dichtest gepackt an der zur Rezyklataufnahmeeinheit weisenden Glaswandoberfläche an.

3.2.3 Kalibrierkarten



Als Kalibrierkarten werden RAL-Kunststoffkarten verwendet. Da diese nach der d/8°-Methode (diffus beleuchtet und unter 8° zur Normalen beobachtet) werksseitig (RAL) vermessen wurden, die im Laborgerät benutzte Farbsensorik hingegen auf der 0°/45°-Methode basiert, wurden die verfügbaren RAL-Kunststoffkarten nach der 0°/45°-Methode mittels kalibriertem Handgerät nachgemessen; die entsprechenden L*a*b* Werte wurden mittels Label anschließend an den jeweiligen Kunststoffkarten sowie Kartenhüllen angebracht. Zudem wurde ein

File erstellt, bei dem eine Zuordnung der RAL-Nummern in Hinblick auf die dazu passenden L*a*b* Werte vorgenommen wurde:

- RAL Plastic Plate measured with Hunter Lab - 45°_0°
- RAL Plastic Plate Standard d-8°

Beispiele einiger RAL-Kunststoffkarten mit zusätzlich angebrachtem Label (L*a*b* - 0°/45°):



3.2.4 Pelletsprobenbehälter und Rezyklate



Für die jeweiligen zu untersuchenden Rezyklate stehen Pelletsprobenbehälter zur Verfügung, die von den Abmessungen her so ausgewählt wurden, dass diese sowohl in die in der Kalibrierkartenaufnahmeeinheit vorhandenen Probenhalterung passen als auch die Rezyklatmenge in den Probenbehältern perfekt mit dem Volumen der Rezyklataufnahmeeinheit übereinstimmt. Im Lieferumfang sind je Laborgerät 12 Stück dieser Behälter enthalten. Diese können aber auch als separate Artikel nachbestellt werden, sollten diese zur Einlagerung der Rezyklatproben, versehen mit einem Label (Datum, Uhrzeit, L*a*b*, dL*da*db*), verwendet werden.

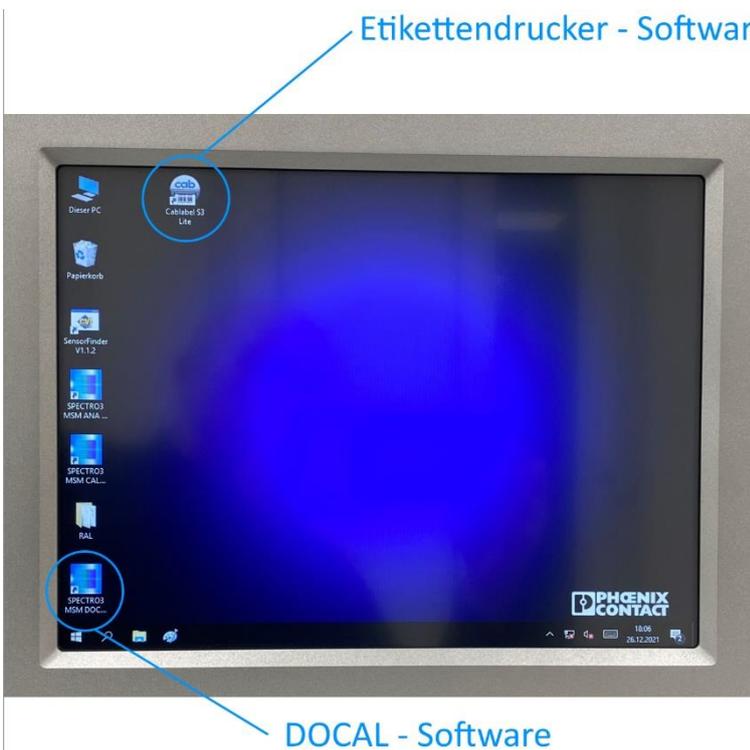
3.2.5 Etikettendrucker



Als Etikettendrucker wird ein Drucker vom Typ „cab eos2“ eingesetzt. Der Etikettendrucker ist dabei werkseitig so voreingestellt, dass sowohl Schnittstellentreiber, das Etikettenformat und die Etikettenrolle für diesen Anwendungsfall passen. Der Etikettendrucker ist über ein USB-Schnittstellenkabel mit der Auswerteeinheit verbunden.



3.2.6 Software



Etikettendrucker - Software

DOCAL - Software

Sowohl die Cablabel S3 Lite Software für den Etikettendrucker cab eos2 als auch die Software SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0 für die Farbsensorik SPECTRO-3-FIO-MSM-ANA-DL sind auf der Auswerteeinheit bereits werkseitig installiert. Ferner befinden sich sowohl die Files für die RAL-Kunststoffkarten auf dem Rechner, als auch der Druckertreiber für den Etikettendrucker. Des Weiteren befindet sich auf dem Panel-PC die SPECTRO3 MSM ANA Scope V3.3 sowie die SPECTRO3 MSM CALIB Scope V1.0. Mittels der SensorFinder V1.1.2 Software können die benutzten Schnittstellen abgefragt werden.

In der Regel besteht für den Benutzer aber keine Notwendigkeit, neben der SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0 auf eine weitere Software zuzugreifen, diese sind vielmehr für einen etwaigen Serviceeinsatz vorgesehen.

4. Inbetriebnahme des Laborgerätes SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P

4.1 Anschluss des Gerätes an das 220V-Netz

Der Anschluss an die 220V Steckdose geschieht über das externe, im Lieferumfang enthaltene +24V-Netzteil (INPUT: 100-240V AC 47-63Hz 1.9A OUTPUT: +24V DC 3.3A max.). Über den 3-pol. Rundstecker wird das +24V-Netzteil mit der Auswerteeinheit (Laborgerät) verbunden:



4.2 Anschluss des Etikettendruckers *cab eos2* an das 220V Netz

Der Etikettendrucker kann direkt mit dem im Lieferumfang enthaltenen Kaltgerätekabel ans 220V-Netz (100-240V AC 2A max. 50-60Hz) angeschlossen werden.



4.3 Verbinden der Auswerteeinheit mit dem Etikettendrucker über die USB-Schnittstelle

Die Auswerteeinheit mit dem Etikettendrucker über das im Lieferumfang enthaltene 1.8m lange USB-Kabel verbinden.



4.4 Einschalten der Auswerteeinheit

Die Auswerteeinheit kann über den Druckschalter an der Vorderseite der Auswerteeinheit eingeschaltet werden. Die blaue LED im Druckschalter zeigt an, dass die Auswerteeinheit in Betrieb ist. Des Weiteren wird der Panel-PC Monitor aktiviert.



4.5 Etikettenrollenüberprüfung

Bevor der Etikettendrucker in Betrieb genommen wird, sollte noch ein Blick auf die beiden Rollen (schwarze und weiße Rolle) Typ *TF Satin White 50x30 Art. 5780036* im Drucker geworfen werden. Ersatzrollen können auch über Sensor Instruments GmbH nachbestellt werden.



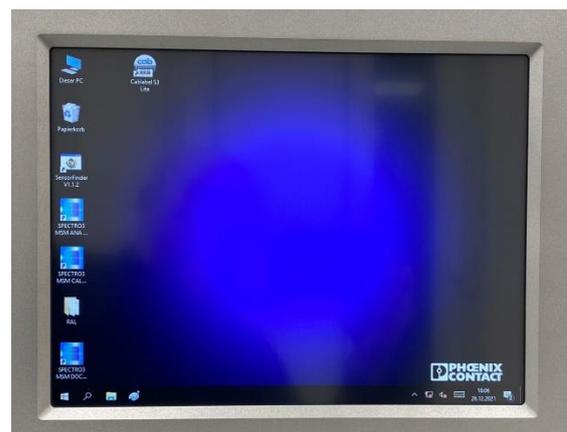
4.6 Einschalten des Etikettendruckers

Der Etikettendrucker kann über den Kippschalter auf der Rückseite des Gerätes eingeschaltet werden.



4.7 Aktivieren der SPECTRO3 MSM DOCAL ScopeV1.0 Software

Durch einen Mausklick auf das SPECTRO3 MSM DOC Icon (links unten auf dem Startbildschirm) wird die *SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0* Software aktiviert.

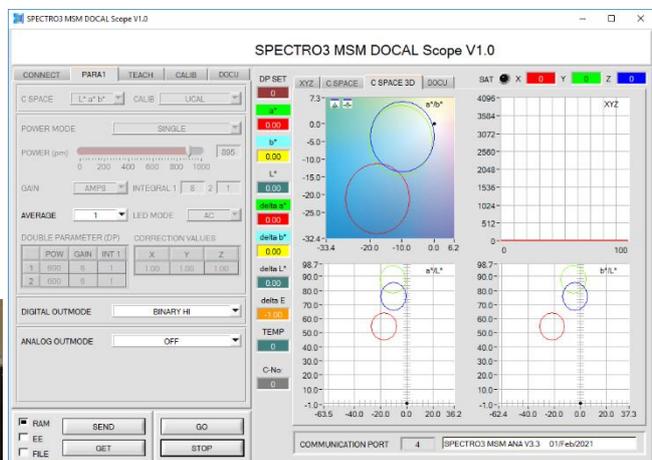
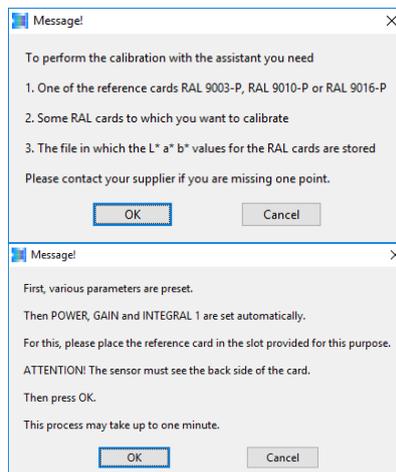


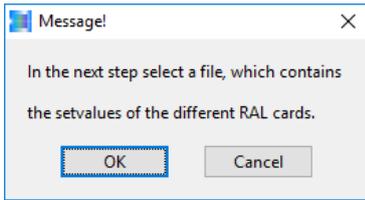
5. Kalibrieren der Auswerteeinheit

Bevor mit dem Messen begonnen werden kann, muss zunächst eine Kalibrierung der Auswerteeinheit (hier im Speziellen der Farbsensorik) erfolgen. Kalibriert wird dabei mit Hilfe der RAL-Kunststoffkarten. Neben der Kalibrierung auf eine der drei weißen RAL-Kunststoffkarten (RAL9003-P, RAL9010-P oder RAL9016-P) sollten möglichst RAL-Kunststoffkarten zum Einsatz kommen, die farblich visuell den zu untersuchenden Rezyklaten ähneln. **Im folgenden Beispiel soll neben der RAL9003-P zusätzlich auf weitere 4 RAL-Kunststoffkarten kalibriert werden:**

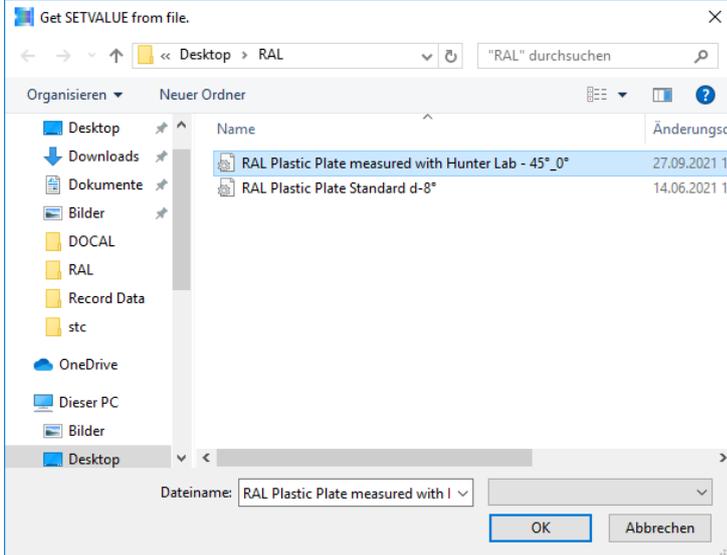
- **RAL9002-P**
- **RAL7035-P**
- **RAL5024-P**
- **RAL9011-P**

Gestartet wird mit der PARA1 Oberfläche. Der AVERAGE Wert sollte auf 8096 eingestellt werden. Nach Eingabe des Wertes, das Feld EE mit dem Maus-Pointer anklicken und anschließend den SEND Button anklicken. Im nächsten Schritt den Menüpunkt CALIB anklicken. Die Windows®-Seite CALIB wird geöffnet. Nach dem Anklicken der Softwaretaste START CALIBRATION ASSISTANT wird der Bediener aufgefordert, eine der weißen Referenzkarten RAL9003-P, RAL9010-P oder RAL9016-P in die Kalibrierkartenaufnahme einzuführen: **RAL9003-P** hier ausgewählt, anschließend 2x mit OK quittieren.

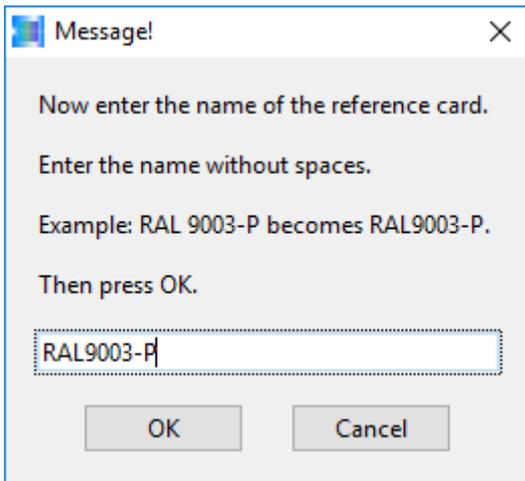




Nach Anklicken des OK Buttons öffnet sich folgende Windows®-Oberfläche:

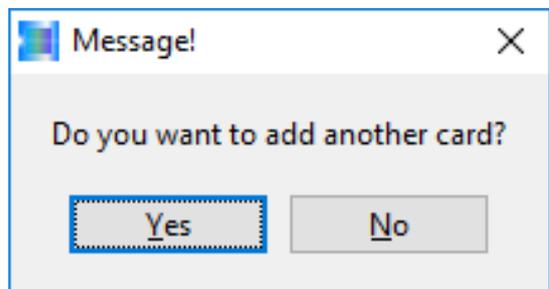
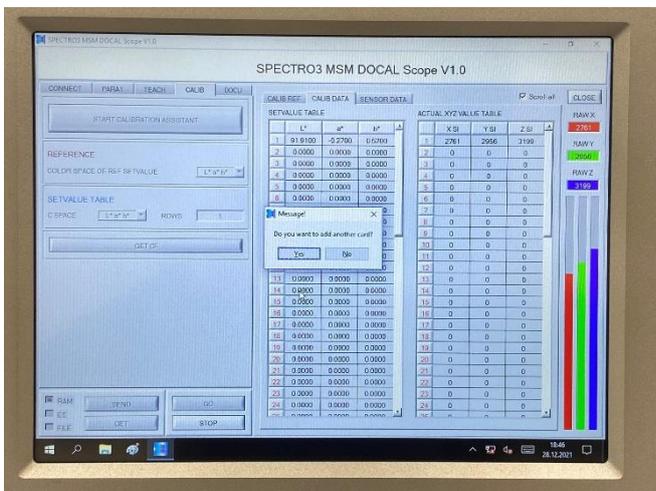


Anklicken der *RAL Plastic Plate measured with Hunter Lab – 45°_0°* Zeile und mit OK quittieren.



In der sich öffnenden Schaltfläche wird nun der Name der RAL-Kunststoffkarte eingegeben, die sich mittlerweile in der Kalibrierkartenaufnahme befindet: RAL9003-P.

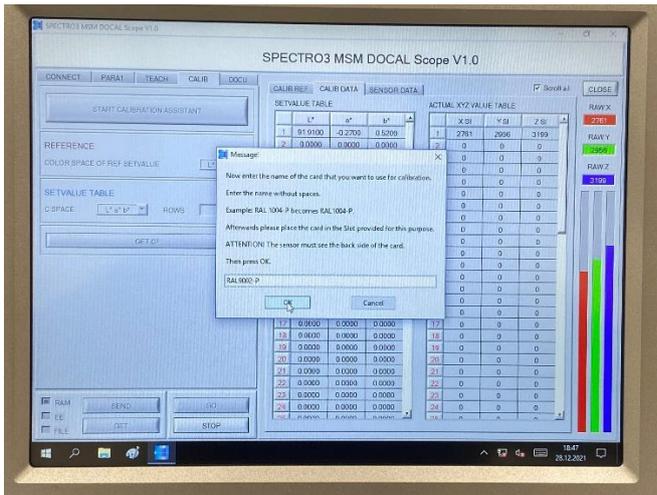
Nach Quittieren mit der OK Taste werden die L*a*b* Werte für RAL9003-P aus dem File (*RAL Plastic Plate measured with Hunter Lab – 45°_0°*) in die SETVALUE TABLE eingetragen und zeitgleich die XYZ Farbwerte des SPECTRO-3 Farbsensors in die ACTUAL XYZ VALUE TABLE eingesetzt. Die Software fragt anschließend nach weiteren RAL-Kunststoffkarten, die verwendet werden sollen:



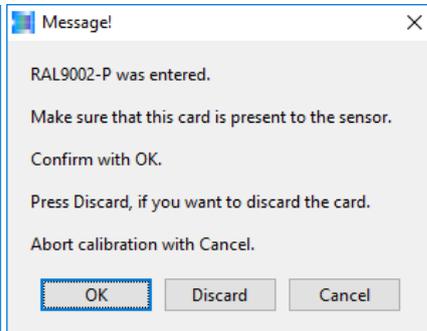
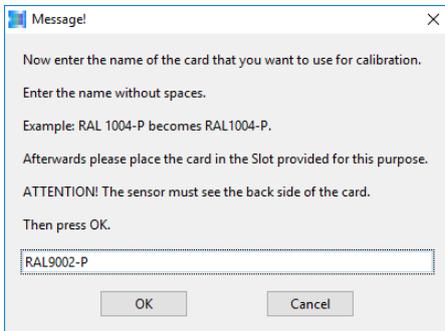
Nach Anklicken des Yes Buttons ist die Software bereit, neue RAL-Kunststoffkarten einzutragen:

RAL9002-P

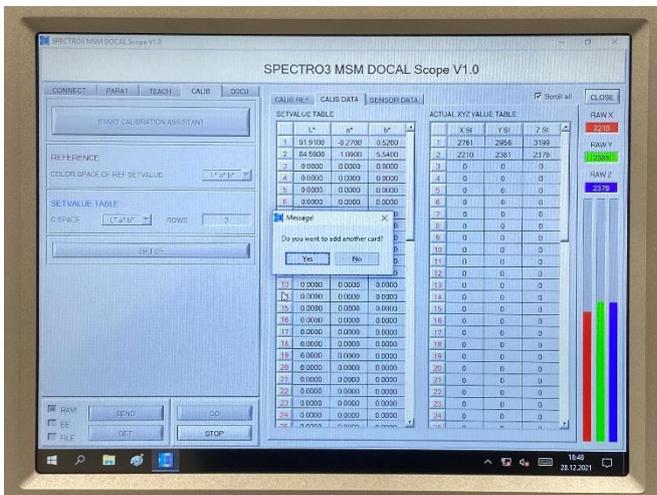
Kalibrieren von RAL9002-P



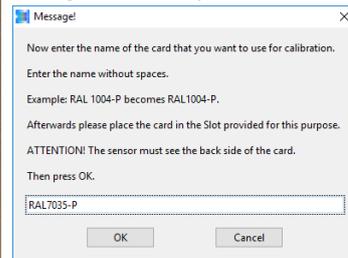
Entfernen der RAL9003-P Kunststoffkarte aus der Kalibrierkartenaufnahme und Einführen der RAL9002-P Kunststoffkarte in die Kalibrierkartenaufnahme. Nach zweimaligem Anklicken des OK Buttons wird nun auf die RAL9002-P kalibriert, d.h. die Software übernimmt die $L^*a^*b^*$ Werte vom File *RAL Plastic Plate measured with Hunter Lab – 45°_0°* und trägt diese in die SETVALUE TABLE sowie



die XYZ Werte des Farbmessgerätes in die ACTUAL XYZ VALUE TABLE in jeweils der zweiten Zeile der jeweiligen Tabelle ein. Die Software fragt nun nach einer **weiteren Kalibrierkarte**, in

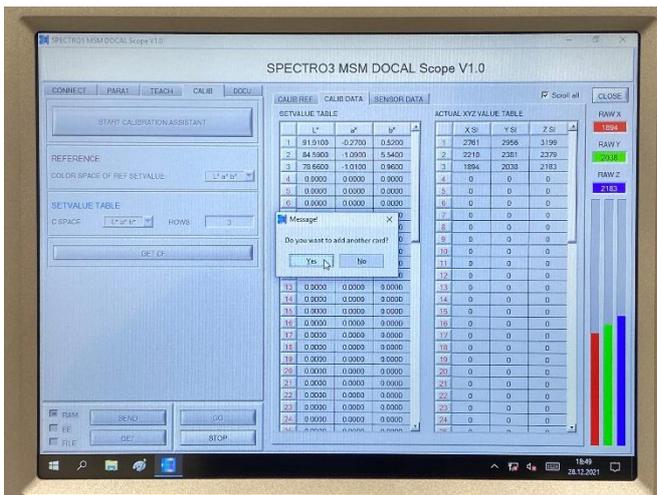
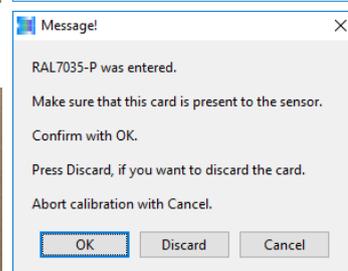


unserem Beispiel die **RAL7035-P**. Somit die RAL9002-P von der Kalibrierkartenaufnahme entfernen und Einführen der RAL7035-P in die Kalibrierkartenaufnahme, und in der Software die Frage mit OK quittieren. Anschließend die

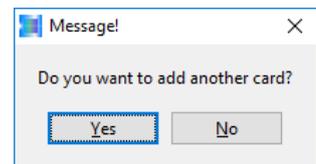


neue Kalibrierkarte eingeben: **RAL7035-P** und mit OK quittieren.

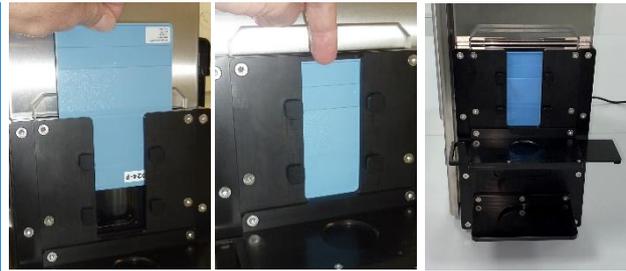
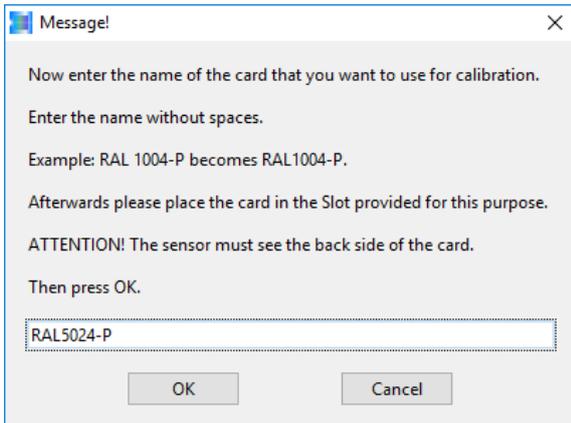
Die Software erkundigt sich anschließend, ob die RAL7035-P platziert ist. Mit OK (Mausklick) quittieren.



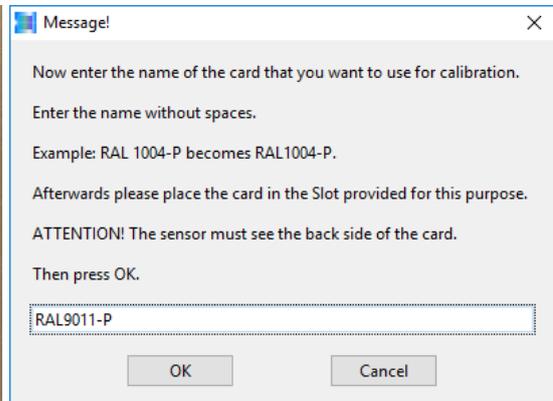
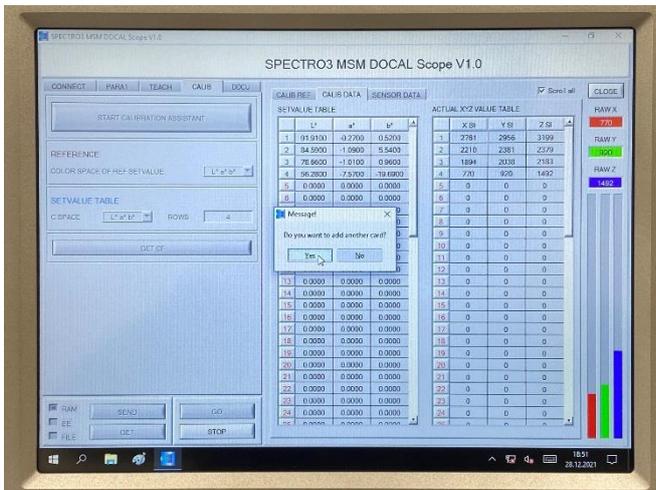
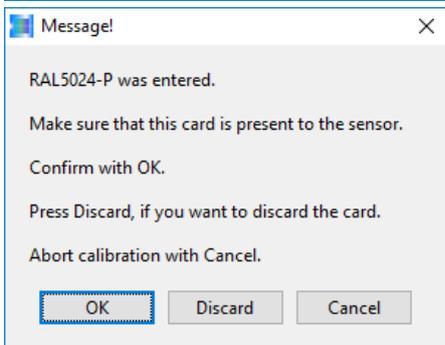
Die $L^*a^*b^*$ Werte werden in die SETVALUE TABLE und die aktuellen XYZ Werte in die ACTUAL XYZ VALUE TABLE in die 3. Zeile der jeweiligen Tabelle eingefügt.



In unserem Beispiel geht es nun weiter mit der **RAL5024-P** Kunststoffkarte. Nach Anklicken des Yes Buttons im Windows®-Fenster RAL5024-P eingeben und mit OK bestätigen.



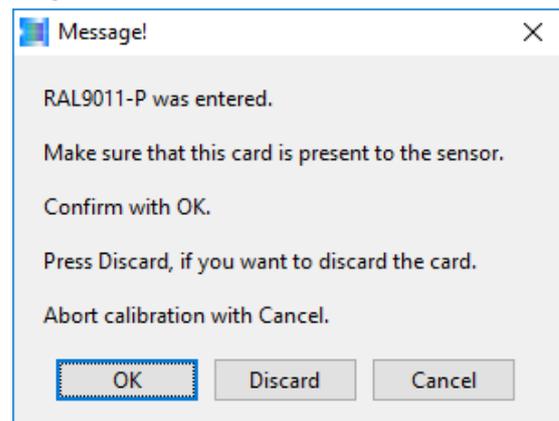
Nachdem man sich vergewissert hat, dass die RAL5024-P Kunststoffkarte in Position ist, erneut mit Mausclick auf OK in der nächsten Schaltfläche quittieren. Wiederum werden die zur RAL5024-P passenden $L^*a^*b^*$ Werte aus dem File *RAL Plastic Plate measured with Hunter Lab - 45°_0°* in die SETVALUE TABLE und die aktuellen XYZ Werte des Farbsensors in die ACTUAL XYZ VALUE TABLE eingetragen. Die Software erkundigt sich nun, ob auf eine weitere Kunststoffkarte kalibriert werden soll. Ein Mausclick auf den Yes Button und die nächste RAL-Kunststoffkarte kann eingegeben werden: **RAL9011-P**



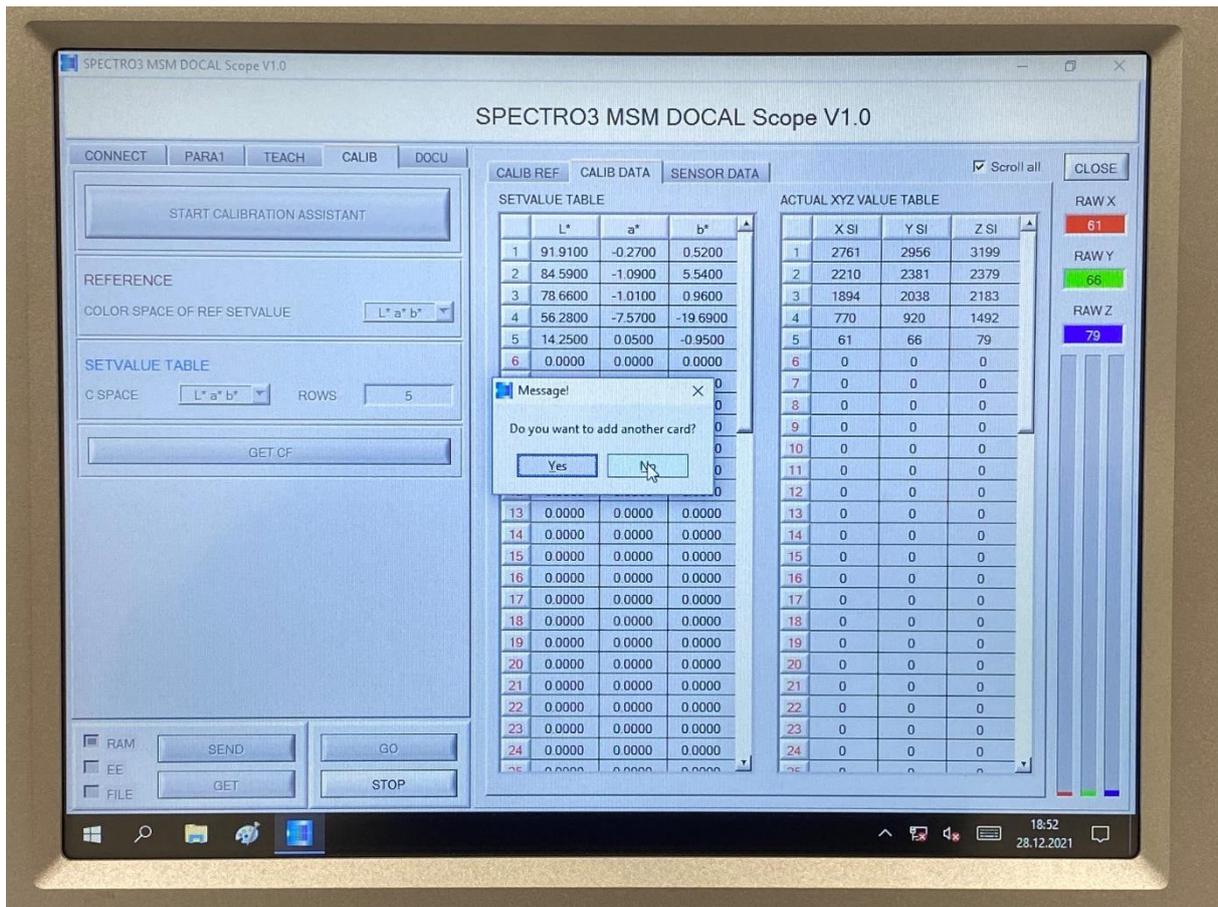
Nun muss noch die RAL5024-P aus der Kalibrierkartenaufnahme entfernt und die RAL9011-P eingeführt werden. Nach einem Mausclick auf den OK Button, öffnet sich folgende Schaltfläche:



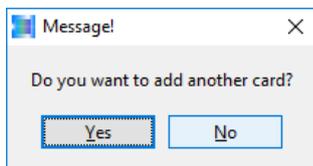
Nach einem weiteren Mausclick auf den OK Button werden die $L^*a^*b^*$ Werte vom File in die SETVALUE TABLE und die XYZ Werte vom Farbsensor in die ACTUAL XYZ VALUE TABLE für RAL9011-P übertragen.



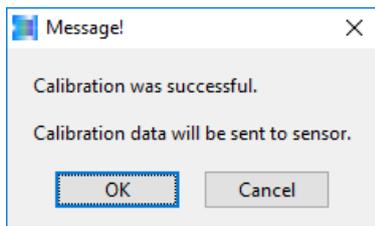
Die Werte werden dabei in die 5. Zeile der jeweiligen Tabelle eingetragen:



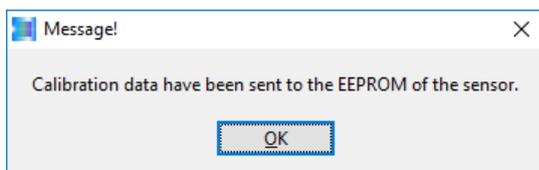
Nun sind wir in unserem Beispiel mit den Kalibrierkarten durch, somit kann in der *Message!* Schaltfläche ein Mausklick auf den *No* Button erfolgen:



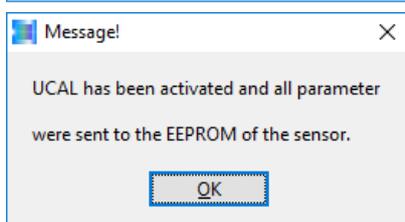
Auf No klicken.



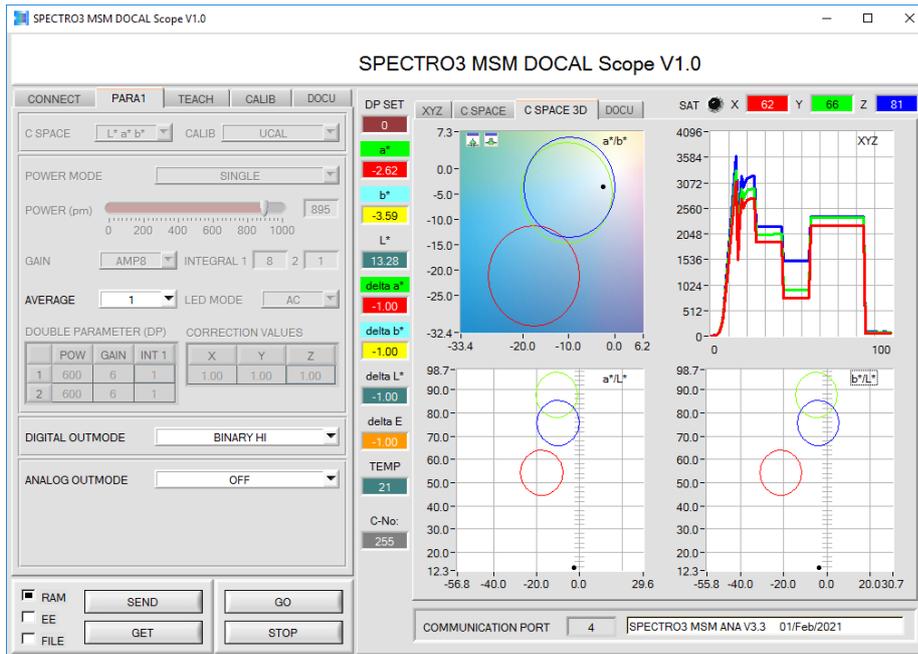
Auf OK klicken.



Auf OK klicken.



Auf OK klicken.



Das Labormesssystem SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P ist nun kalibriert.

6. Messen von Rezyklatproben mit dem SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P

Folgende Pelletsprobe soll in unserem Beispiel mit dem Laborgerät gemessen werden:

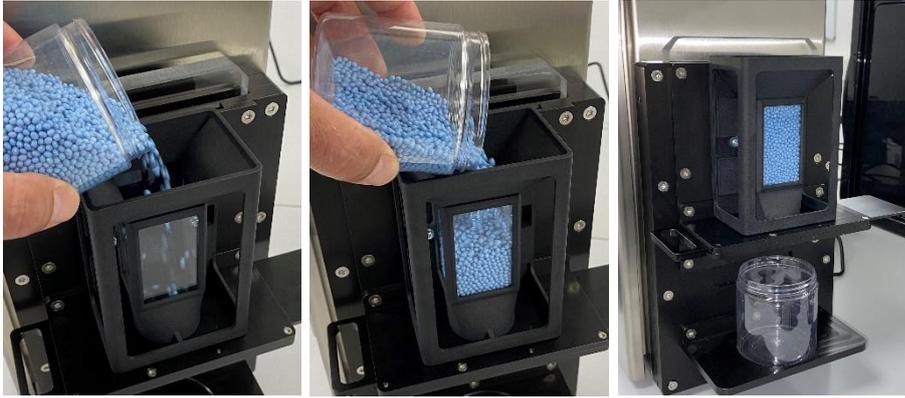
Pastellblau ähnlich der Referenz RAL 5024-P



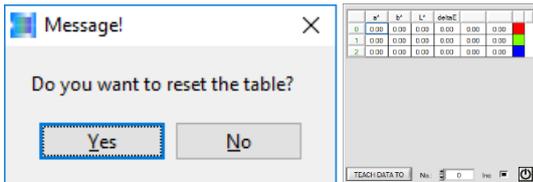
Die Rezyklatprobe ähnelt recht gut der RAL-Karte RAL 5024-P, weswegen diese hierbei als Kalibrierkarte verwendet wurde. Die Referenzkarte muss dabei nicht zwingend exakt mit der Rezyklatprobe übereinstimmen. Dennoch wird die

Genauigkeit des Messsystems erhöht, wenn Referenzkarten während der Kalibrierung Verwendung finden, die sich farblich in der Nähe der Rezyklatproben befinden. Zunächst muss aber noch die Kalibrierkartenaufnahmeeinheit umgerüstet werden. Dazu muss zuallererst die evtl. noch vorhandene Kalibrierkarte entfernt werden. Anschließend kann die Rezyklataufnahmeeinheit problemlos auf die Kalibrierkartenaufnahmeeinheit aufgesetzt werden. Nach dem Öffnen des Pelletsprobenbehälters die Pellets vollständig in den Trichter schütten und den leeren Probenbehälter unterhalb der Rezyklataufnahmeeinheit in die dafür vorgesehene Vertiefung platzieren.

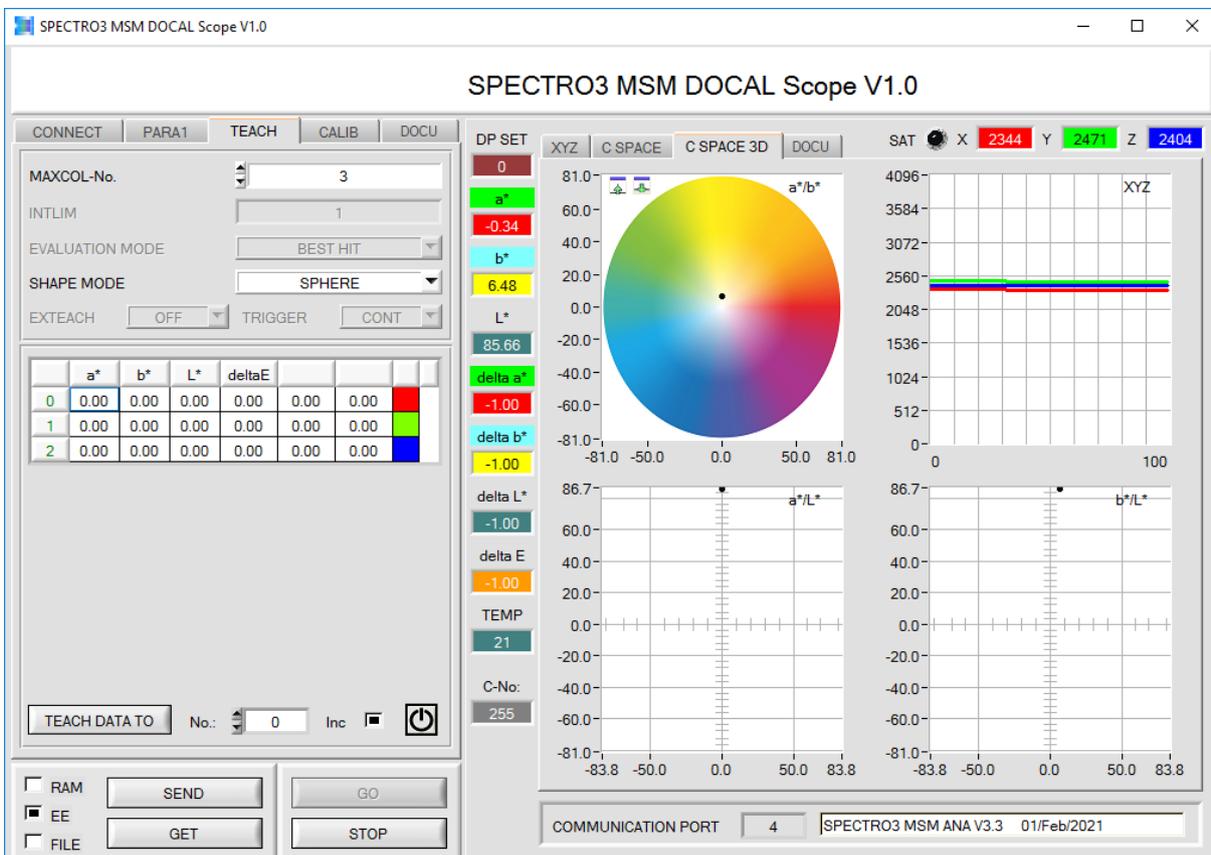




Nach dem Platzieren der Pelletsprobe sollte der Menüpunkt TEACH der SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0 ausgewählt werden. Dabei sollte zunächst die Teach-Tabelle resettet werden, das kann mit einem  Mausclick auf



den Reset Button erfolgen. Anschließend auf der sich öffnenden Schaltfläche per Klick auf Yes quittieren und die Einträge in der Teach-Tabelle werden gelöscht.

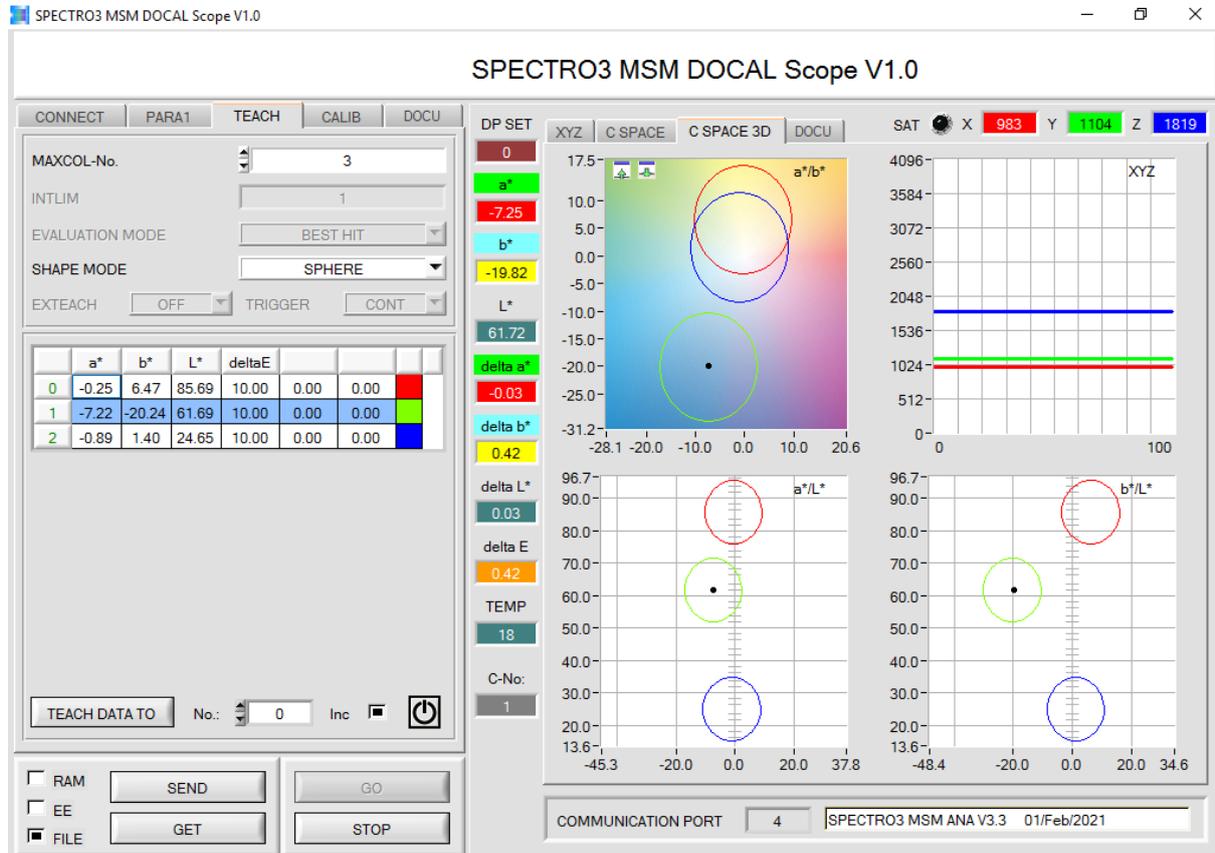


Die $L^*a^*b^*$ Farbwerte der Pellets-Probe können nun durch einen Mausclick auf den TEACH DATA TO Button in der Teach-Tabelle hinterlegt werden. Dabei ist zu beachten, dass der in der Tabelle vorgesehene Platz (Zeilennummer) noch vorgegeben werden muss (in unserem Fall für Pastell Blau die No.: 1). Beim SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-ANA-P können 3 verschiedene Pelletsproben in die Tabelle eingetragen werden. Beim SPECTRO-3-0°/45°-MSM-LAB-DIG-P erhöht sich die Anzahl verfügbarer Tabelleneinträge auf 31.

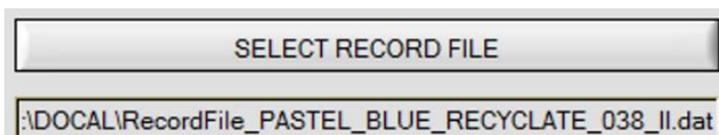
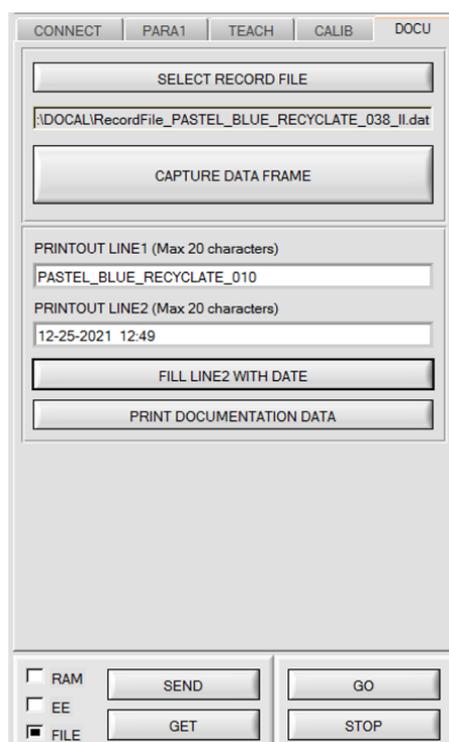
	a*	b*	L*	deltaE			
0	-0.25	6.47	85.69	10.00	0.00	0.00	Red
1	-7.22	-20.24	61.69	10.00	0.00	0.00	Green
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Blue

Im Fall unserer Pelletsprobe Pastell Blau somit: $L^* = 61.69$, $a^* = -7.22$, und $b^* = -20.24$. deltaE gibt an, dass bis zu einer max. Farbabweichung von $dE = 10$ der dL^* , da^* sowie

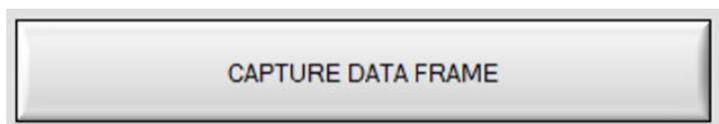
db* Wert, d.h. die jeweilige Abweichung in L*, a* und b* von der eingelernten Referenz angezeigt wird. deltaE ist als Defaultwert auf 10 eingestellt, kann aber nachträglich bei Bedarf geändert werden. Sollte der aktuelle Farbwert die Bedingungen mehrerer TEACH-Tabelleneinträge erfüllen, wird nach der BEST-HIT Methode verfahren (nächstliegender Tabelleneintrag wird herangezogen).



Nachdem die Referenzwerte nun in der Teach-Tabelle eingetragen sind, kann zum Menü-Punkt DOCU gewechselt werden. Zunächst sollte eine Datei erstellt werden, beispielsweise E:\DOCAL\RecordFile_PASTEL_BLUE_RECYCLATE_038_II.dat.



In den nächsten beiden Eingabefeldern kann der Text, der auf dem auszudruckenden Label angezeigt werden soll, eingegeben werden (L*a*b* sowie dL*da*db* werden automatisch hinzugefügt). Zeile 1 (PRINTOUT LINE1) ist dabei frei konfigurierbar, bei der Zeile 2 (PRINTOUT LINE2) kann gewählt werden zwischen frei konfigurierbar und Datums- sowie Uhrzeit-Eingabe (FILL LINE2 WITH DATE). Nachdem nun die erste Pelletsprobe schon in Position ist, kann diese entsprechend gemessen und in das erstellte File eingetragen werden. Parallel dazu erfolgt eine Anzeige in der Graphik des Monitors. Gemessen wird nach Mausklick auf das CAPTURE DATA FRAME Button.



Die Graphik auf dem Monitor (rechte Seite des Bildschirms) schaut nach dem Mausklick auf CAPTURE DATA FRAME wie folgt aus:

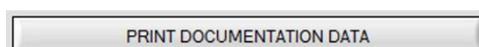


Rechts in der Graphik sind die einzelnen Säulen für dL^* (weiß, falls die Abweichung im positiven Bereich liegt, hingegen schwarz, falls die Abweichung im negativen Bereich liegt), da^* (rot, falls da^* positiv, hingegen grün, falls da^* negativ ist), db^* (gelb bei Abweichung nach +, blau bei Abweichung nach -). Die Abweichung wird dabei jeweils in Bezug auf den in der Tabelle abgespeicherten und zutreffenden $L^*a^*b^*$ Wert ermittelt. In unserem Beispiel somit der Eintrag in der Zeile 1.

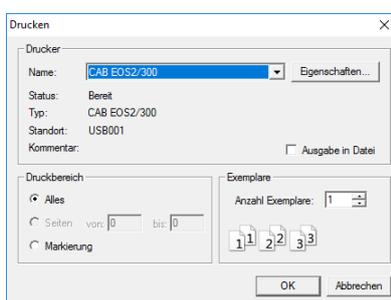
	a^*	b^*	L^*	ΔE			
0	-0.25	6.47	85.69	10.00	0.00	0.00	red
1	-7.22	-20.24	61.69	10.00	0.00	0.00	green
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	blue

$$dL^* = 61.86 - 61.69 = 0.17 \quad da^* = -7.40 - (-7.22) = -0.18 \quad db^* = -20.18 - (-20.24) = 0.06$$

Das Erstellen des Labels erfolgt mittels Mausklick auf den PRINT DOCUMENTATION DATA Button:



Auf dem Bildschirm erscheint dann die folgende Meldung:



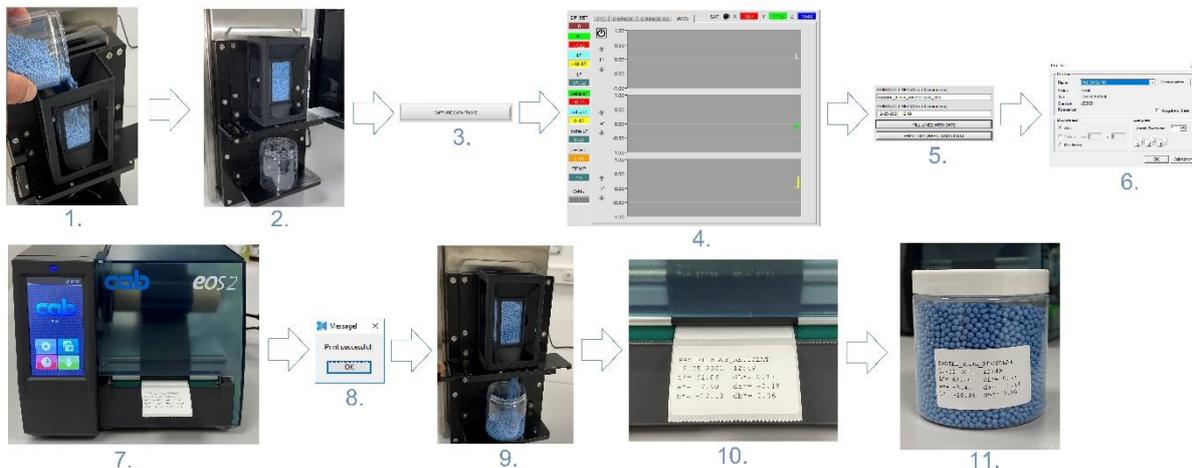
Nach Mausklick auf den OK-Button erfolgt der Ausdruck auf dem Etikettendrucker und zeitgleich erscheint eine Meldung auf dem Bildschirm über den Print-Vorgang.



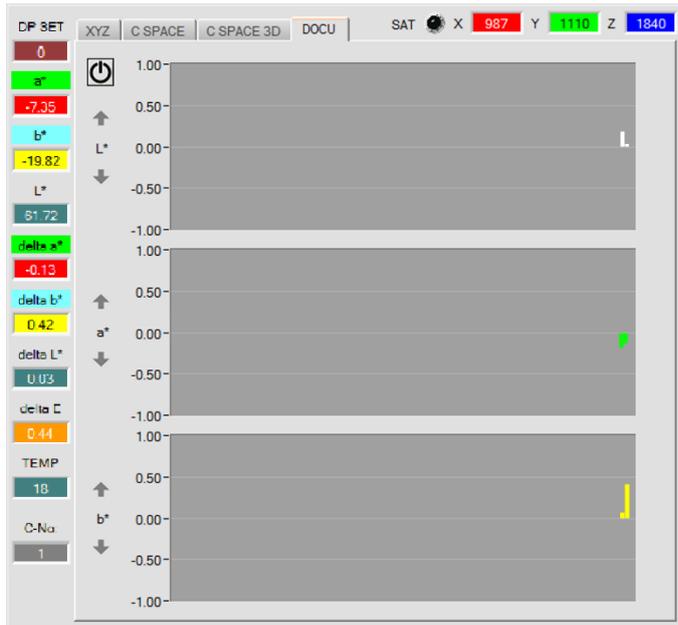
Das Label kann nun auf den Pelletsprobenbehälter aufgeklebt werden.



Der Messvorgang kann beliebig oft durchgeführt werden, je Pelletsprobe erfolgt dabei ein Eintrag in die erstellte Datei:

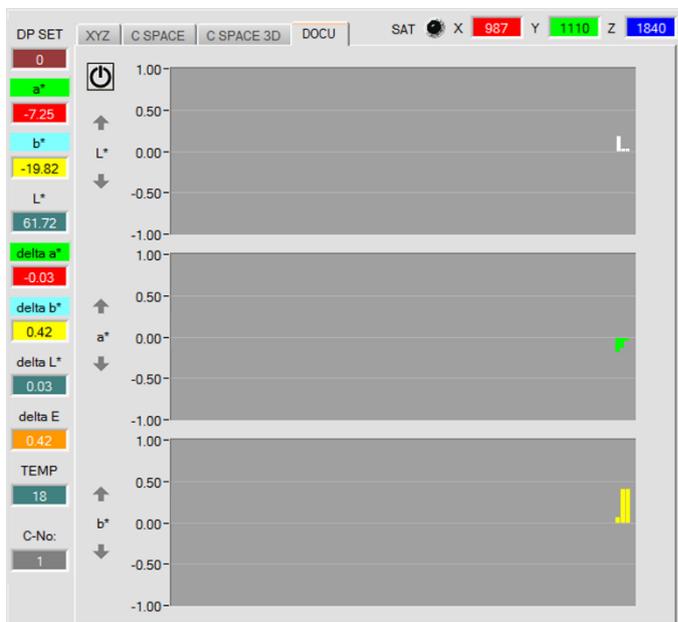
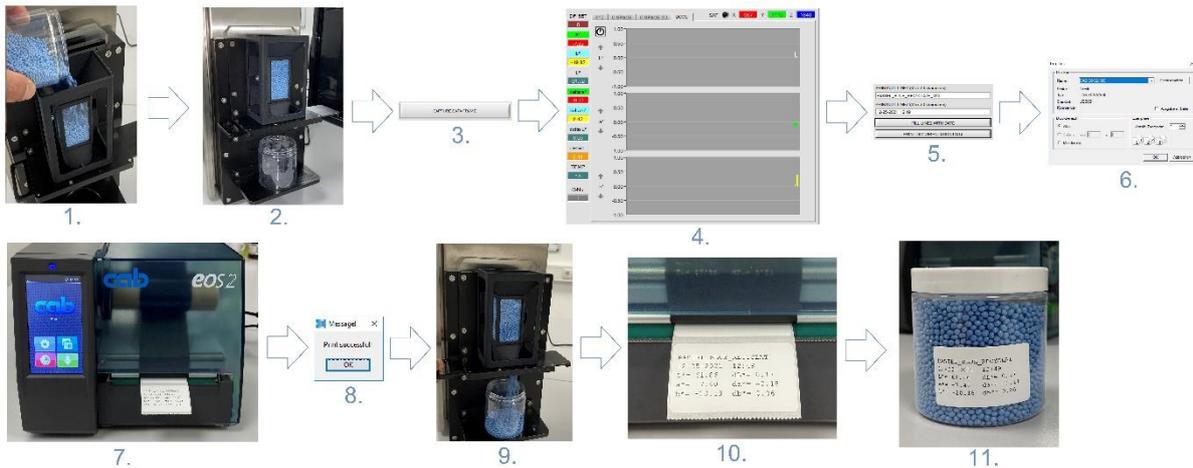


1. Nachdem eine weitere Pelletsprobe der Produktion entnommen worden ist, erfolgt das Einfüllen der Pellets in die Rezyklatprobenaufnahme.
2. Platzieren des nun leeren Pelletsprobenbehälters in die dafür vorgesehene Vertiefung unterhalb der Rezyklatprobenaufnahme.
3. Aktivierung der Messung durch Mausklick auf CAPTURE DATA FRAME Button.
4. Im rechten Teil des Monitors werden die aktuellen $L^*a^*b^*$ Werte numerisch und die $dL^*da^*db^*$ Werte numerisch als auch graphisch angezeigt. Zudem werden die Werte in der ausgewählten Datei zusammen mit Uhrzeit und Datum abgespeichert.
5. Zeile 1 auf dem zu erstellenden Etikett kann eingegeben bzw. geändert werden. Bei der Zeile 2 kann gewählt werden, ob Datum + Uhrzeit oder aber ein individuell erstellter Text auf dem Label erscheinen soll.
6. Mit Mausklick auf den OK Button wird der Etikettendrucker aufgefordert, das Label zu erstellen.
7. Das Label wird auf dem Etikettendrucker erstellt.
8. Es erfolgt eine Mitteilung, dass der Druckvorgang erfolgreich war.
9. Die Pellets können nun aus der Rezyklatprobenaufnahme durch Betätigen des Schiebers entfernt werden. Die Pellets werden dadurch in den bereits platzierten leeren Pelletsprobenbehälter gefüllt. Jetzt muss nur noch der Deckel aufgeschraubt werden und
10. das Label abgezogen werden, damit es auf
11. den Pelletsprobenbehälter aufgeklebt werden kann.



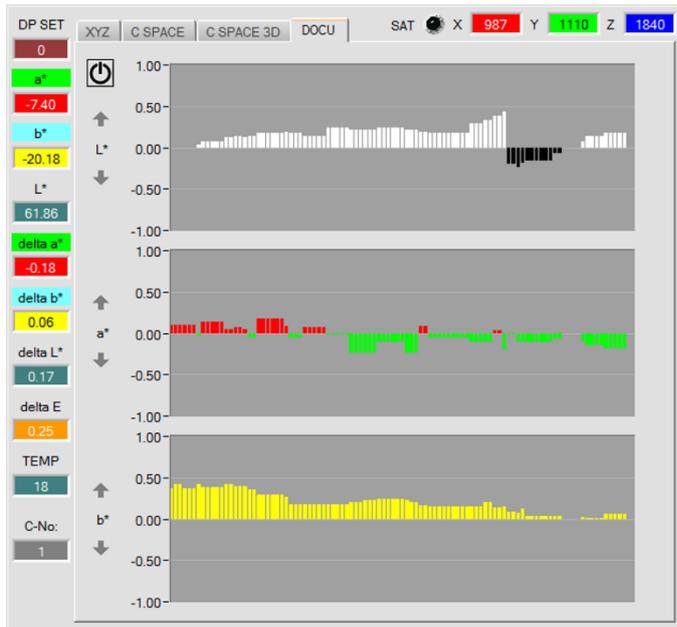
← 2. Messung

Entnahme einer weiteren Pelletsprobe aus der Produktion:



← 3. Messung

Nach etwa 100 Messungen ergibt sich folgendes Bild:



← 100. Messung

Ein Blick auf die Datei ergibt mittels Texteditors folgendes Bild:

RecordFile_PASTEL_BLUE_RECYCLATE_038_II - Editor

Datei Bearbeiten Format Ansicht ?

Record results of: SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0

DATE	TIME	X	Y	Z	L*	a*	b*	delta E	delta L*	delta a*	delta b*	COLOI	
12-25-2021	12:39:10	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:16	983	1103	1817	61.688	-7.122	-19.820	0.429	0.000	0.097	0.418	1	18
12-25-2021	12:39:18	983	1103	1817	61.688	-7.122	-19.820	0.429	0.000	0.097	0.418	1	18
12-25-2021	12:39:20	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:21	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:22	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:23	983	1104	1819	61.717	-7.249	-19.819	0.422	0.029	-0.030	0.420	1	18
12-25-2021	12:39:44	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:45	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:46	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:46	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:47	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:52	987	1108	1824	61.805	-7.178	-19.815	0.442	0.117	0.041	0.424	1	18
12-25-2021	12:39:53	987	1108	1824	61.805	-7.178	-19.815	0.442	0.117	0.041	0.424	1	18
12-25-2021	12:39:54	988	1109	1827	61.827	-7.144	-19.851	0.419	0.140	0.075	0.388	1	18
12-25-2021	12:39:55	988	1109	1827	61.827	-7.144	-19.851	0.419	0.140	0.075	0.388	1	18
12-25-2021	12:39:56	987	1108	1825	61.805	-7.178	-19.839	0.418	0.117	0.041	0.399	1	18
12-25-2021	12:39:59	987	1109	1828	61.827	-7.273	-19.887	0.382	0.140	-0.054	0.351	1	18
12-25-2021	12:40:00	987	1109	1828	61.827	-7.273	-19.887	0.382	0.140	-0.054	0.351	1	18
12-25-2021	12:40:00	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:01	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:02	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:03	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:04	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:09	990	1111	1834	61.879	-7.140	-19.971	0.338	0.191	0.078	0.268	1	18
12-25-2021	12:40:10	988	1110	1836	61.857	-7.271	-20.058	0.253	0.169	-0.052	0.180	1	18
12-25-2021	12:40:11	988	1110	1836	61.857	-7.271	-20.058	0.253	0.169	-0.052	0.180	1	18
12-25-2021	12:40:11	988	1110	1836	61.857	-7.271	-20.058	0.253	0.169	-0.052	0.180	1	18
12-25-2021	12:40:12	988	1109	1834	61.827	-7.144	-20.060	0.239	0.140	0.075	0.179	1	18
12-25-2021	12:40:13	988	1109	1834	61.827	-7.144	-20.060	0.239	0.140	0.075	0.179	1	18
12-25-2021	12:40:14	988	1109	1834	61.827	-7.144	-20.060	0.239	0.140	0.075	0.179	1	18
12-25-2021	12:40:15	988	1109	1834	61.827	-7.144	-20.060	0.239	0.140	0.075	0.179	1	18

Die Datei kann aber auch mit EXCEL geöffnet werden:

Automatisches Speichern RecordFile_PASTEL_BLUE_RECyclATE_038_II Suchen (Alt+M) Walter Braumandl

Datei Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht Hilfe

A1

Record results of: SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.0

DATE	TIME	X	Y	Z	L*	a*	b*	delta E	delta L*	delta a*	delta b*	COLOR	TEMP
12-25-2021	12:39:10	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:16	983	1103	1817	61.688	-7.122	-19.820	0.429	0.000	0.097	0.418	1	18
12-25-2021	12:39:18	983	1103	1817	61.688	-7.122	-19.820	0.429	0.000	0.097	0.418	1	18
12-25-2021	12:39:20	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:21	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:22	983	1103	1819	61.688	-7.122	-19.870	0.382	0.000	0.097	0.369	1	18
12-25-2021	12:39:23	983	1104	1819	61.717	-7.249	-19.819	0.422	0.029	-0.030	0.420	1	18
12-25-2021	12:39:44	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:45	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:46	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:46	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:47	986	1106	1823	61.761	-7.084	-19.854	0.414	0.073	0.134	0.385	1	18
12-25-2021	12:39:52	987	1108	1824	61.805	-7.178	-19.815	0.442	0.117	0.041	0.424	1	18
12-25-2021	12:39:53	987	1108	1824	61.805	-7.178	-19.815	0.442	0.117	0.041	0.424	1	18
12-25-2021	12:39:54	988	1109	1827	61.827	-7.144	-19.851	0.419	0.140	0.075	0.388	1	18
12-25-2021	12:39:55	988	1109	1827	61.827	-7.144	-19.851	0.419	0.140	0.075	0.388	1	18
12-25-2021	12:39:56	987	1108	1825	61.805	-7.178	-19.839	0.418	0.117	0.041	0.399	1	18
12-25-2021	12:39:59	987	1109	1828	61.827	-7.273	-19.887	0.382	0.140	-0.054	0.351	1	18
12-25-2021	12:40:00	987	1109	1828	61.827	-7.273	-19.887	0.382	0.140	-0.054	0.351	1	18
12-25-2021	12:40:00	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:01	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:02	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18
12-25-2021	12:40:03	990	1110	1832	61.857	-7.045	-19.948	0.379	0.169	0.173	0.291	1	18

RecordFile PASTEL BLUE RECYCLAT

Ein Blick auf die aus den EXCEL-Daten erstellten Graphiken ergibt dann folgendes Bild:



DP SET	DP SET	DP SET
0	0	0
a*	a*	a*
-7.35	-7.25	-7.40
b*	b*	b*
-19.82	-19.82	-20.18
L*	L*	L*
61.72	61.72	61.86
delta a*	delta a*	delta a*
-0.13	-0.03	-0.18
delta b*	delta b*	delta b*
0.42	0.42	0.06
delta L*	delta L*	delta L*
0.03	0.03	0.17
delta E	delta E	delta E
0.44	0.42	0.25
TEMP	TEMP	TEMP
18	18	18
C-No:	C-No:	C-No:
1	1	1

1.Scan 2.Scan 3.Scan