

Presseinformation Sensor Instruments

Oktober 2023

Testbericht zur Inline-Farbmessung an Rezyklaten

11.10.2023. Sensor Instruments GmbH:

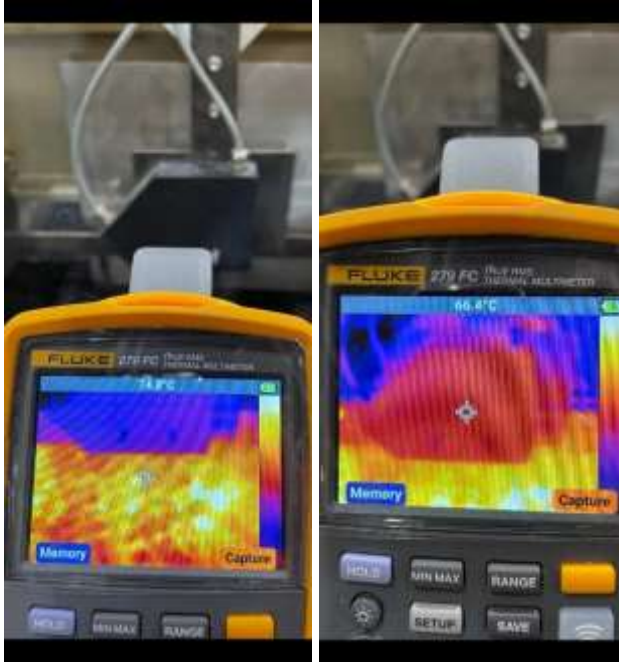
Im Zuge des zunehmenden Einsatzes von Rezyklaten in der Kunststoffindustrie rückt eine effiziente Produktkontrolle immer mehr in den Fokus. Reichte in der Vergangenheit noch eine stichprobenartige Qualitätskontrolle im Labor aus, wird in der Branche immer häufiger über eine 100%-Kontrolle vor allem in Bezug auf den Farbverlauf nachgedacht. Sensor Instruments hat diesbezüglich mehrere Inline-Systeme auf den Markt gebracht, die zum einen den Mitarbeitern in der Produktion in einem recht frühen Stadium der Rezyklatherstellung Informationen, nicht nur über den Trend der Farbe der Rezyklate, sondern der Farbe der Rezyklate in Kombination mit deren Temperatur liefern und des Weiteren die Produktstromhöhe überwachen. Die Produktstromhöhe ist zum einen für die exakte Ermittlung der Rezyklatfarbe wichtig, zum anderen informiert diese aber auch rechtzeitig über eine eventuelle Verstopfung des Siebes unmittelbar nach der Rüttelförderrinne. Ferner werden die Daten via digital-serieller Schnittstelle (Ethernet) der Qualitätssicherung zur Verfügung gestellt.

1. Vorbereitungsmaßnahmen

Zunächst wurde auf dem Panel-PC die aktuelle Windows®-Software SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 aufgespielt. Der Panel-PC SI-PPC-500-15“ wurde unmittelbar nach der Extrusionsanlage zur Inline-Farbmessung an der Vibrorinne positioniert. Anschließend wurde eine Kalibrierung der Farbsensorik SPECTRO-3-FIO-MSM-ANA-DL (SI-Inline-System) mittels einer weißen Referenzoberfläche (als weiße Referenzoberfläche diente hierbei eine Kunststoffkarte RAL 9003-P) sowie auf das jeweilige Rezyklat durchgeführt. Die Kalibrierung erfolgte dabei Inline, d.h. die Sensorik musste dazu nicht von der Anlage entfernt werden; auf den Rezyklatstrom wurde während der Bewegung des Rezyklats kalibriert, wodurch die zufällige Lage der einzelnen Granulatkörner ausgemittelt werden konnte. Mittels Abweiseblech wurde zudem der optimale Arbeitsabstand von 85mm zum Farbsensorfrontend KL-D-0°/45°-85-1200-D-S-A3.0 gewährleistet. Ein Lichtspotdurchmesser von typ. 20mm sorgte dabei bereits für eine optische Ausmittelung der zufälligen Lage der Kunststoffpellets. Ferner kann mit Hilfe der Software SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 eine Mittelwertbildung über ein einstellbares Zeitfenster von 5s



bis zu 60s eingestellt werden. Als ideales Zeitfenster hat sich schon bei den ersten Tests ein Fenster von 15s herauskristallisiert. Bei einer Rezyklatstromgeschwindigkeit von 50mm/s bis 100mm/s ergibt sich dabei eine Messlänge von 750mm bis 1500mm. Vor der eigentlichen Farbmessung der verschiedenen Rezyklate wurde die Temperatur des Rezyklatstroms an der Messposition sowie die Gehäusetemperatur des Farbsensorfrontends gemessen.



Dabei ergab sich eine Oberflächentemperatur des Rezyklatstroms an der Messstelle von ca. 75°C, während die Gehäusetemperatur des Farbsensorfrontends ca. 66°C betrug. Da sich im Farbsensorfrontend KL-D-0°/45°-85-1200-D-S-A3.0 keine optoelektronischen oder elektronischen Komponenten befinden, stellte die hier vorhandene Gehäusetemperatur kein Problem dar. Für die anstehenden Testmessungen wurde ein schwarzes, ein weißes sowie ein blaues Masterbatch vorbereitet. Die Idee war dabei, mit schwarz eingefärbtem Rezyklat zu starten. Anschließend sollte die Zufuhr von schwarzem Masterbatch eingestellt werden und stattdessen sollte zeitverzögert weißes Masterbatch hinzudosiert werden. Nach dem Stoppen der Beimengung von weißem

Masterbatch sollte nach einer gewissen Zeit blaues Masterbatch hinzudosiert werden. Zusätzlich dazu sollte nach Ablauf eines gewissen Zeitfensters noch schwarzes Masterbatch beigemengt werden, um anschließend die Zufuhr von blauem Masterbatch wiederum zu drosseln.

2. Inline-Farbmessung an der Vibrorinne

Die Inline-Farbmessung konnte beginnen: Start der Aufzeichnungen: 10:21. Stopp der Aufzeichnungen: 11:12. Neben dem Datum, der Uhrzeit und den eigentlichen Farbwerten $L^*a^*b^*$ des Rezyklats wurden auch die Abweichungen $dL^*da^*db^*$ hierbei in



Bezug zum schwarzen Rezyklat mit Hilfe der Software SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 mittels Panel-PC SI-PPC-500-15" aufgezeichnet:

Record results of: SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4

| DATE | TIME | X | Y | Z | L* | a* | b* | delta E | delta L* | delta a* | delta b* | COLOR | TEMPs |
|------------|----------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|---------|----------|----------|----------|-------|-------|
| 09-20-2023 | 10:20:56 | 184 | 195 | 224 | 27.417 | -0.477 | -1.293 | 2.006 | -1.923 | -0.437 | 0.367 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:21:11 | 190 | 202 | 232 | 27.884 | -0.5 | -1.346 | 1.559 | -1.456 | -0.46 | 0.314 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:21:26 | 193 | 205 | 236 | 28.089 | -0.357 | -1.426 | 1.311 | -1.251 | -0.317 | 0.234 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:21:41 | 189 | 200 | 231 | 27.777 | -0.365 | -1.406 | 1.617 | -1.563 | -0.325 | 0.254 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:21:56 | 195 | 206 | 239 | 28.221 | -0.226 | -1.595 | 1.137 | -1.119 | -0.186 | 0.065 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:22:12 | 216 | 228 | 266 | 29.709 | -0.347 | -1.809 | 0.503 | 0.369 | -0.307 | -0.149 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:22:27 | 249 | 263 | 309 | 31.853 | -0.09 | -2.165 | 2.563 | 2.513 | -0.05 | -0.505 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:22:42 | 315 | 329 | 386 | 35.624 | 0.435 | -2.269 | 6.331 | 6.284 | 0.475 | -0.609 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:22:57 | 357 | 375 | 430 | 37.918 | -0.077 | -1.595 | 8.578 | 8.578 | -0.037 | 0.065 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:23:12 | 323 | 347 | 392 | 36.5 | -1.527 | -1.133 | 7.332 | 7.16 | -1.487 | 0.527 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:23:27 | 338 | 366 | 411 | 37.471 | -2.05 | -0.985 | 8.403 | 8.131 | -2.01 | 0.675 | 0 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:23:43 | 360 | 388 | 435 | 38.58 | -1.927 | -0.864 | 9.465 | 9.24 | -1.887 | 0.796 | 255 | 49 |
| 09-20-2023 | 10:23:58 | 380 | 409 | 458 | 39.526 | -1.887 | -0.897 | 10.381 | 10.187 | -1.847 | 0.763 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:24:13 | 385 | 416 | 464 | 39.82 | -1.935 | -0.802 | 10.684 | 10.48 | -1.895 | 0.858 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:24:28 | 396 | 427 | 476 | 40.311 | -1.89 | -0.759 | 11.162 | 10.971 | -1.85 | 0.901 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:24:43 | 405 | 436 | 484 | 40.721 | -1.864 | -0.647 | 11.57 | 11.381 | -1.824 | 1.013 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:24:58 | 408 | 439 | 487 | 40.854 | -1.781 | -0.629 | 11.691 | 11.514 | -1.741 | 1.031 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:25:14 | 410 | 441 | 489 | 40.951 | -1.877 | -0.592 | 11.804 | 11.611 | -1.837 | 1.068 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:25:29 | 406 | 437 | 485 | 40.777 | -1.929 | -0.593 | 11.641 | 11.437 | -1.889 | 1.067 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:25:44 | 400 | 432 | 480 | 40.529 | -2.06 | -0.679 | 11.412 | 11.189 | -2.02 | 0.981 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:25:59 | 402 | 433 | 481 | 40.576 | -1.904 | -0.69 | 11.431 | 11.236 | -1.864 | 0.97 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:26:14 | 408 | 440 | 488 | 40.884 | -1.902 | -0.612 | 11.74 | 11.544 | -1.862 | 1.048 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:26:29 | 420 | 453 | 502 | 41.443 | -1.959 | -0.585 | 12.301 | 12.103 | -1.919 | 1.075 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:26:44 | 423 | 455 | 505 | 41.517 | -1.83 | -0.642 | 12.35 | 12.177 | -1.79 | 1.018 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:27:00 | 416 | 448 | 497 | 41.236 | -1.899 | -0.594 | 12.087 | 11.896 | -1.859 | 1.066 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:27:15 | 408 | 440 | 488 | 40.867 | -1.937 | -0.647 | 11.725 | 11.527 | -1.897 | 1.013 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:27:30 | 407 | 439 | 486 | 40.844 | -1.977 | -0.578 | 11.716 | 11.504 | -1.937 | 1.082 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:27:45 | 405 | 437 | 484 | 40.744 | -1.955 | -0.62 | 11.611 | 11.404 | -1.915 | 1.04 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:28:00 | 403 | 434 | 482 | 40.637 | -1.942 | -0.629 | 11.502 | 11.297 | -1.902 | 1.035 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:28:15 | 404 | 436 | 483 | 40.706 | -2.002 | -0.589 | 11.584 | 11.366 | -1.962 | 1.071 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:28:31 | 396 | 427 | 474 | 40.343 | -2.005 | -0.631 | 11.224 | 11.003 | -1.965 | 1.029 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:28:46 | 390 | 422 | 469 | 40.093 | -2.16 | -0.657 | 11.006 | 10.753 | -2.12 | 1.003 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:29:01 | 438 | 473 | 524 | 42.23 | -2.098 | -0.606 | 13.096 | 12.89 | -2.058 | 1.054 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:29:16 | 516 | 557 | 618 | 45.508 | -2.117 | -0.712 | 16.329 | 16.168 | -2.077 | 0.948 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:29:31 | 606 | 653 | 722 | 48.874 | -2.173 | -0.586 | 19.68 | 19.534 | -2.133 | 1.074 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:29:46 | 664 | 715 | 793 | 50.861 | -2.166 | -0.709 | 21.647 | 21.521 | -2.126 | 0.951 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:30:01 | 717 | 772 | 855 | 52.598 | -2.265 | -0.692 | 23.384 | 23.258 | -2.225 | 0.968 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:30:17 | 758 | 814 | 899 | 53.829 | -2.115 | -0.543 | 24.603 | 24.489 | -2.075 | 1.117 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:30:32 | 763 | 820 | 904 | 53.991 | -2.13 | -0.523 | 24.765 | 24.651 | -2.09 | 1.137 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:30:47 | 752 | 808 | 892 | 53.665 | -2.136 | -0.513 | 24.443 | 24.325 | -2.096 | 1.147 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:31:02 | 769 | 826 | 910 | 54.18 | -2.164 | -0.466 | 24.959 | 24.84 | -2.124 | 1.194 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:31:17 | 810 | 870 | 956 | 55.398 | -2.108 | -0.385 | 26.171 | 26.058 | -2.068 | 1.275 | 255 | 50 |
| 09-20-2023 | 10:31:32 | 827 | 888 | 974 | 55.88 | -2.075 | -0.321 | 26.652 | 26.54 | -2.035 | 1.339 | 255 | 50 |

Auszug der mittels der SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 abgespeicherten und mit Excel® ausgewerteten Daten.

Im Folgenden wurde daraus ein Diagramm erstellt, das die L*a*b*-Farbwerte in Abhängigkeit von der Zeit anzeigt und des Weiteren ein Diagramm, das den Verlauf von dL*da*db* in Bezug auf die schwarze Rezyklatprobe (L* = 29.34 a* = -0.04 b* = -1.66) wiedergibt.

10:22 Zufuhrstopp von schwarzem Masterbatch

10:29 Hinzudosieren von weißem Masterbatch

10:33 Zufuhrstopp von weißem Masterbatch und Hinzudosieren von schwarzem Masterbatch

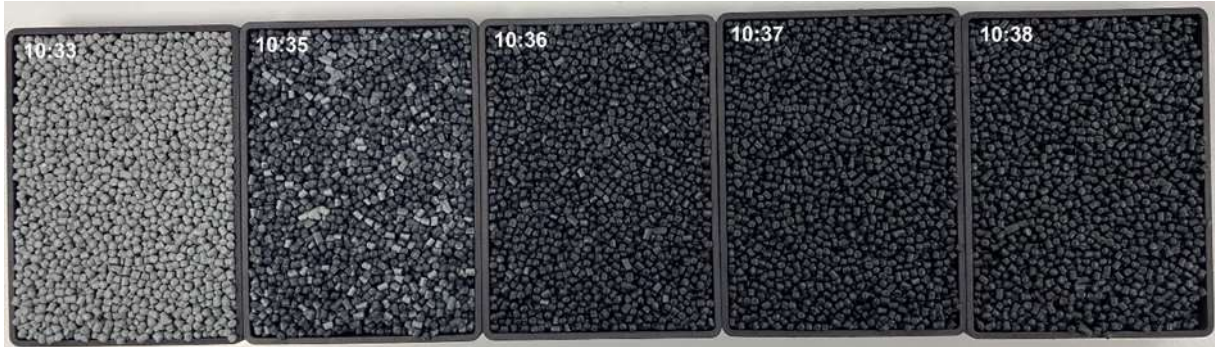
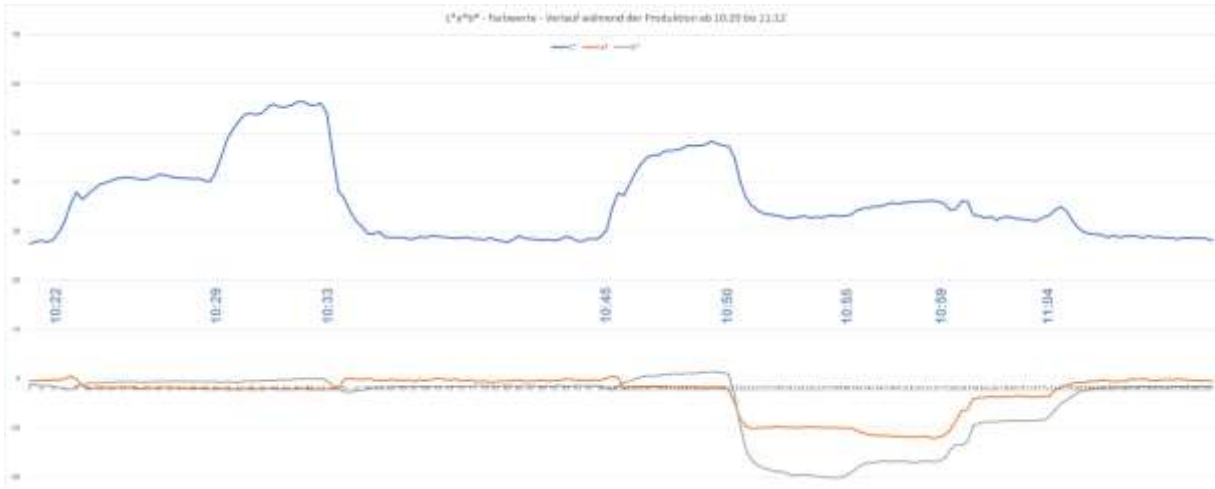
10:45 Zufuhrstopp von schwarzem Masterbatch

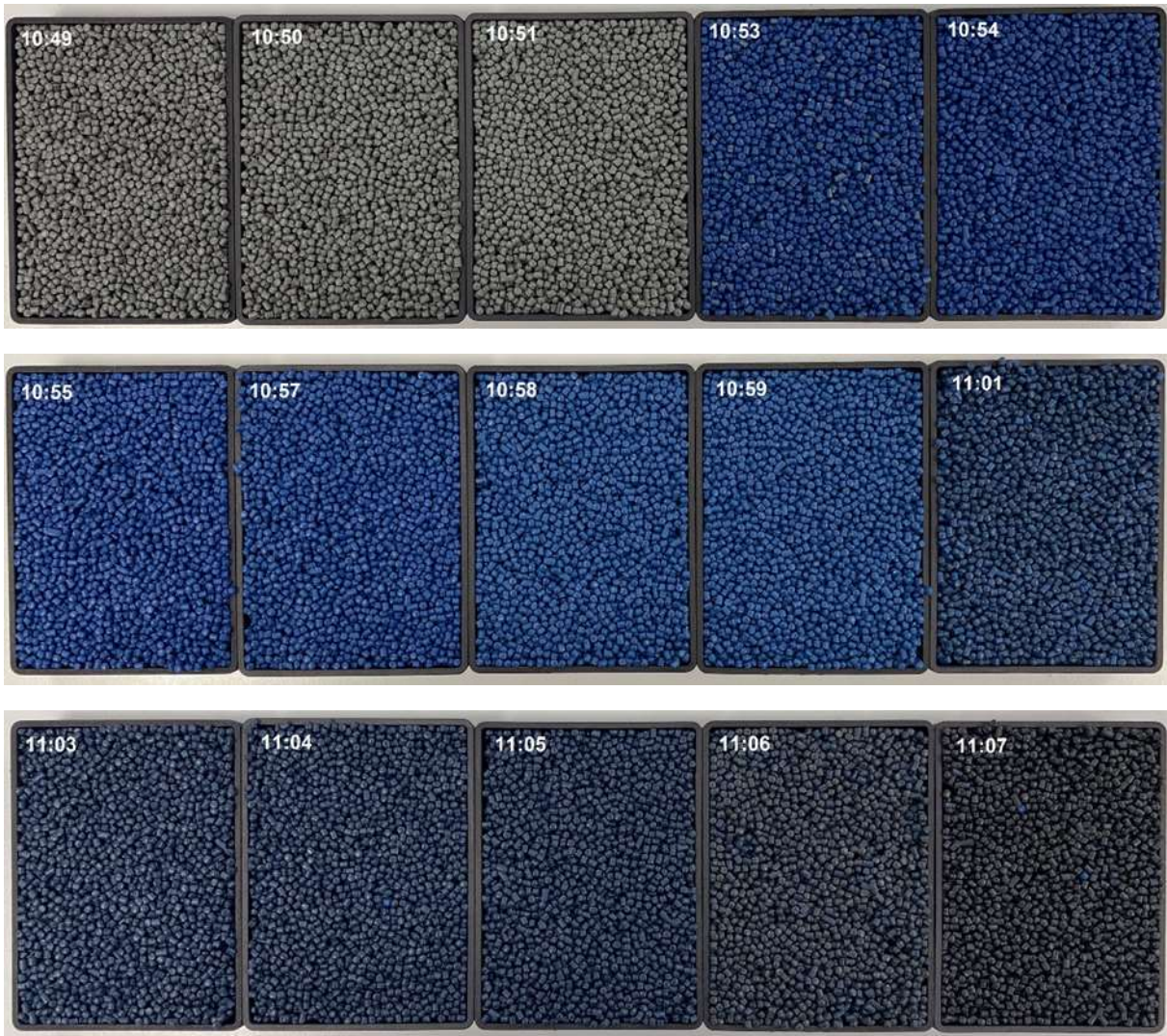
10:50 Hinzudosierung von blauem Masterbatch

10:55 Hinzudosierung von weißem Masterbatch

10:59 Zufuhrstopp von weißem Masterbatch und Hinzudosierung von schwarzem Masterbatch

11:04 Zufuhrstopp von blauem Masterbatch

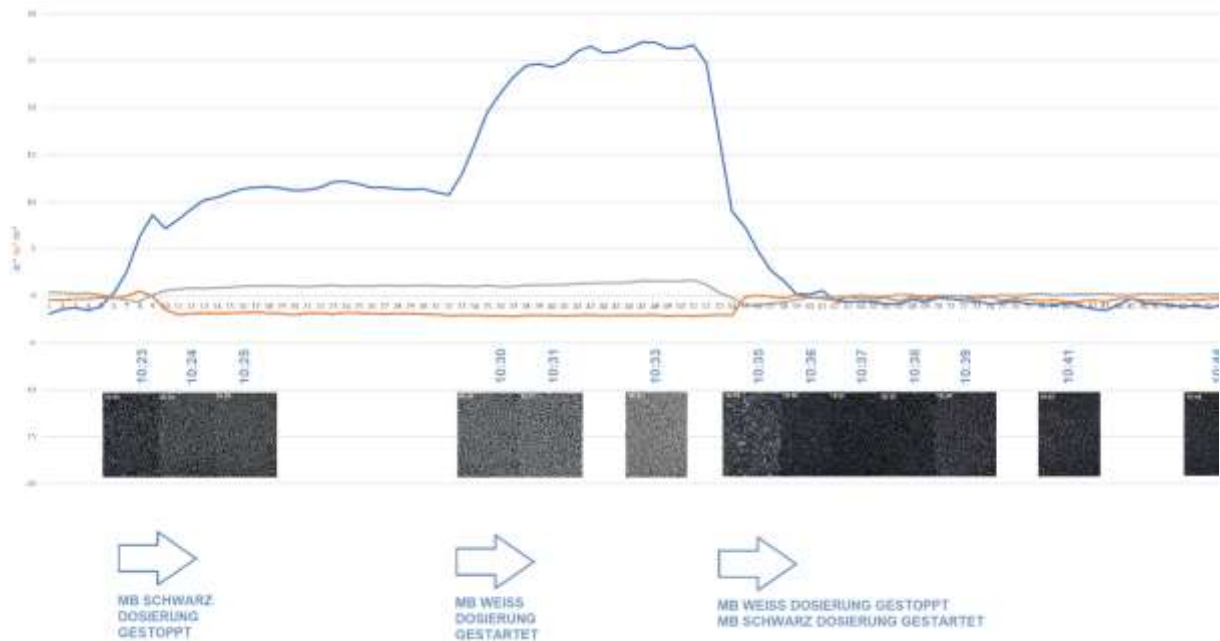




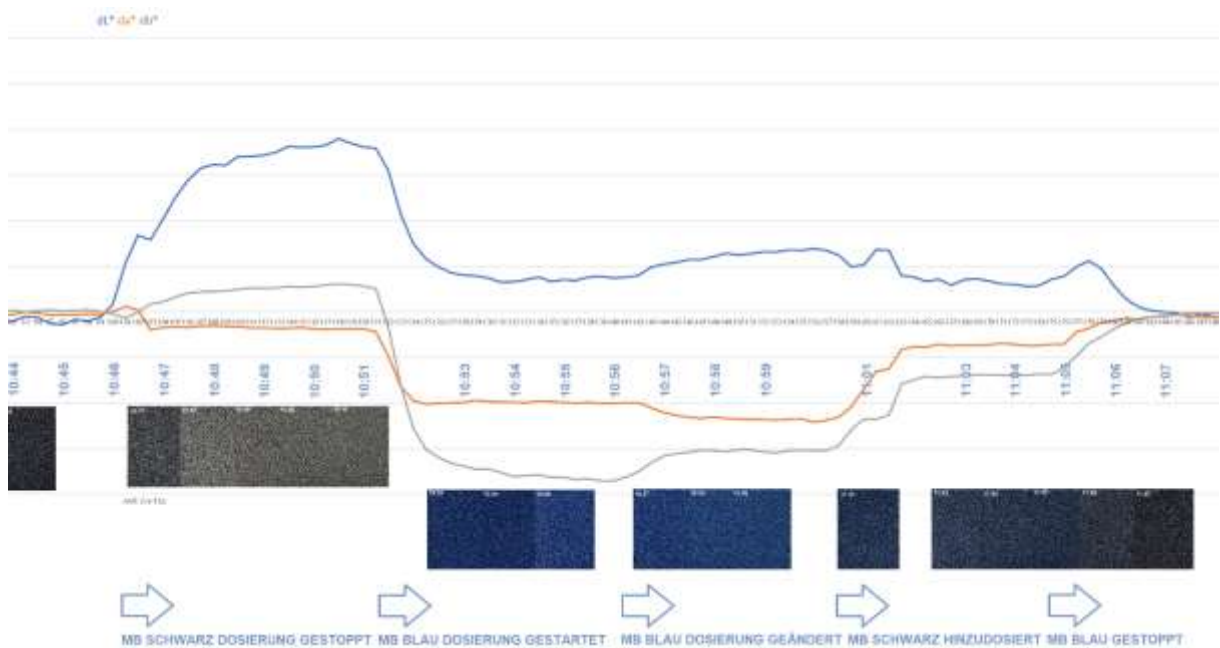
Die folgende Graphik zeigt den $dL^*da^*db^*$ -Verlauf in Referenz zum schwarzen Rezyklat ($L^* = 29.34$ $a^* = -0.04$ und $b^* = -1.66$) an:



Die folgenden beiden Graphiken geben den Verlauf in etwa in doppelter Auflösung wieder. Zudem sind die Bilder der einzelnen Rezyklate in den Diagrammen integriert worden:



Erster Teil: von Schwarz nach Grau und wieder nach Schwarz



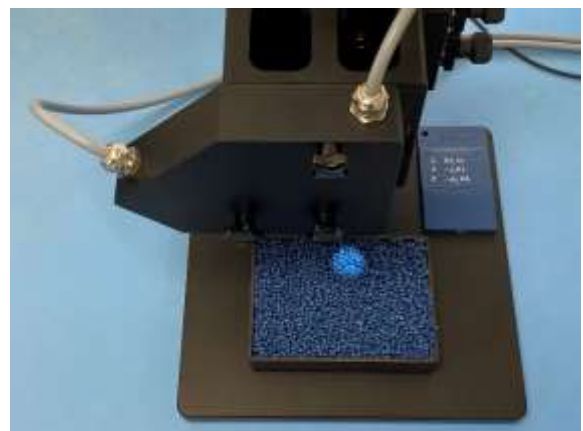
Zweiter Teil: von Schwarz über Grau nach Blau und wieder zurück nach Schwarz

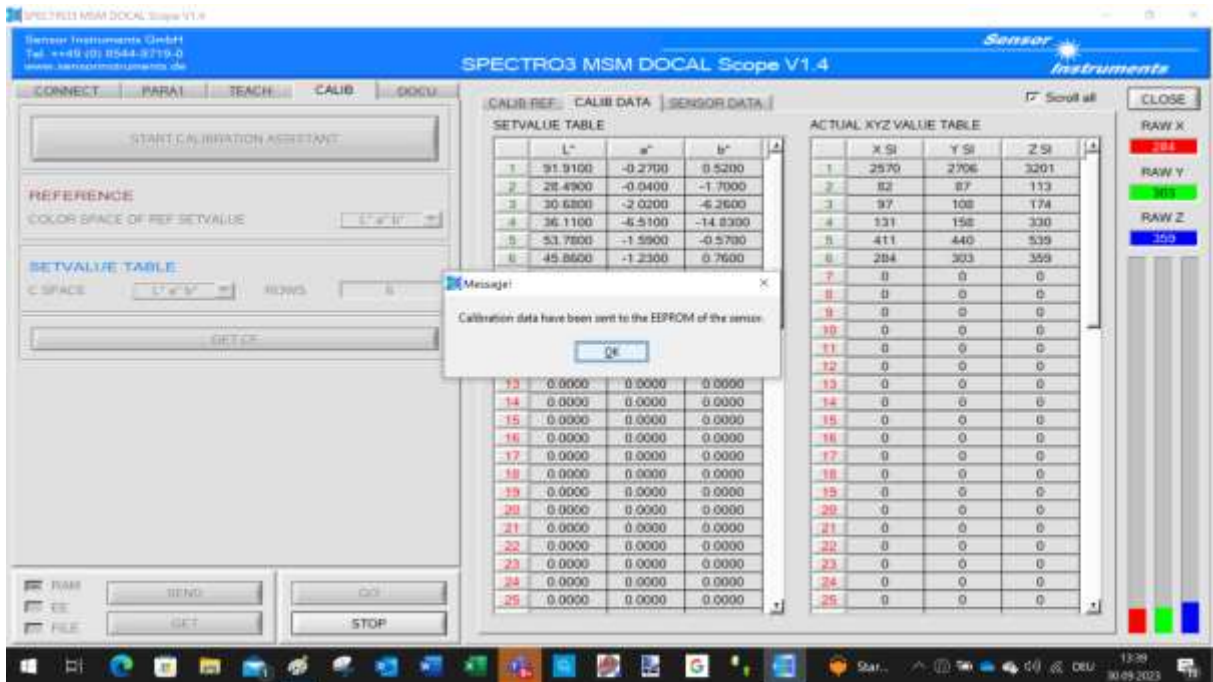
3. Untersuchung der Rezyklatproben mit dem SI-Laborgerät SPECTRO-3-0°/45°-MST

Damit der Bezug zu den im Labor bereits vorhandenen Farbmesssystemen hergestellt werden konnte, mussten zunächst Spritzgussplättchen von ausgewählten Rezyklatproben angefertigt werden (eine Messung mit dem im Labor vorhandenen Farbmesssystem erfordert das Anfertigen von Spritzgussplättchen). Nach Ermittlung der L*a*b*-Farbwerte mittels Laborfarbmesssystem anhand der Spritzgussplättchen wurden dem SI-Laborgerät SPECTRO-3-0°/45°-MST (eine zum Inline-System identische Farbsensorik) die zu den Spritzgussplättchen passenden Rezyklate zur sogenannten User-Kalibrierung vorgelegt und die vom Laborfarbmesssystem ermittelten L*a*b*-Werte mit Hilfe der Software SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 zugeordnet. Mittels Kalibrierassistenten gestaltete sich die User-Kalibrierung denkbar einfach.

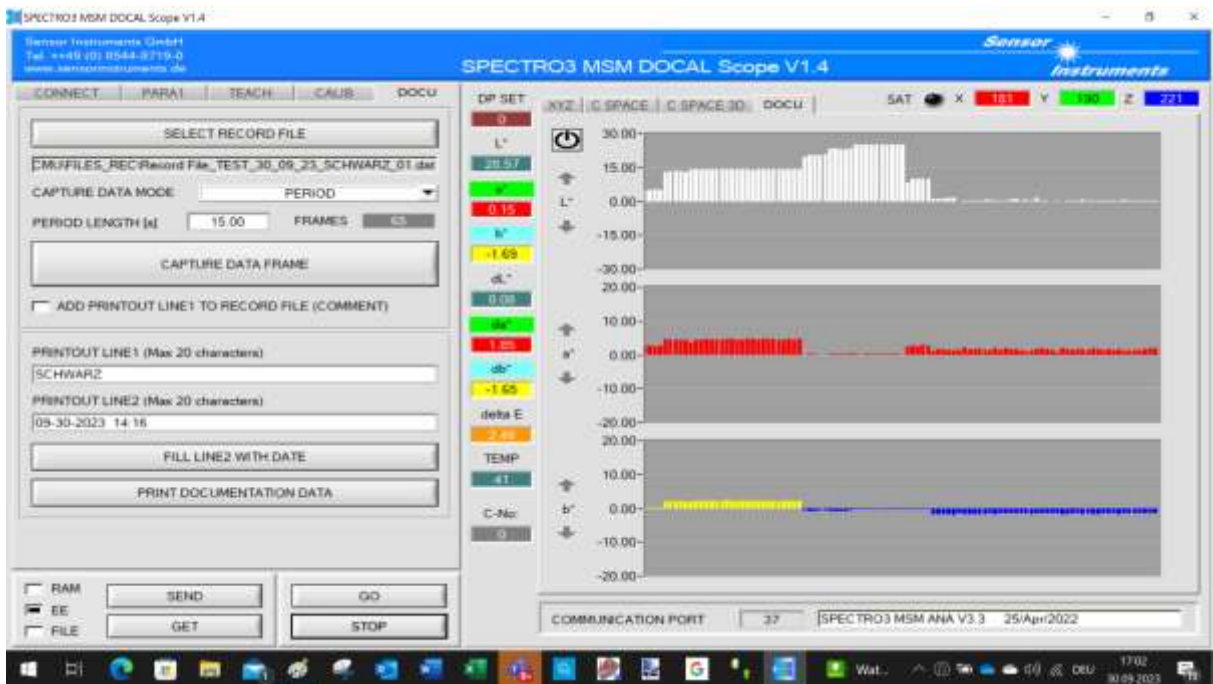


Zur Kalibrierung des SI-Laborgerätes SPECTRO-3-0°/45°-MST wurden die im Bild gezeigten Rezyklatproben verwendet und der Reihe nach, geleitet vom Kalibrierassistenten, im rechten Abstand unter dem Farbsensorfrontend des SI-Laborgerätes platziert. Damit man auch während der Kalibrierung nicht von der zufälligen Lage der Pellets im Lichtspot abhängig ist, wurde die jeweilige Kalibrierprobe im dafür vorgesehenen und einstellbaren Zeitfenster kontinuierlich unter dem Sensorkopf bewegt. Nach Abschluss der Kalibrierung wurden die Kalibrierfaktoren in der Farbkontrollelektronik abgespeichert.

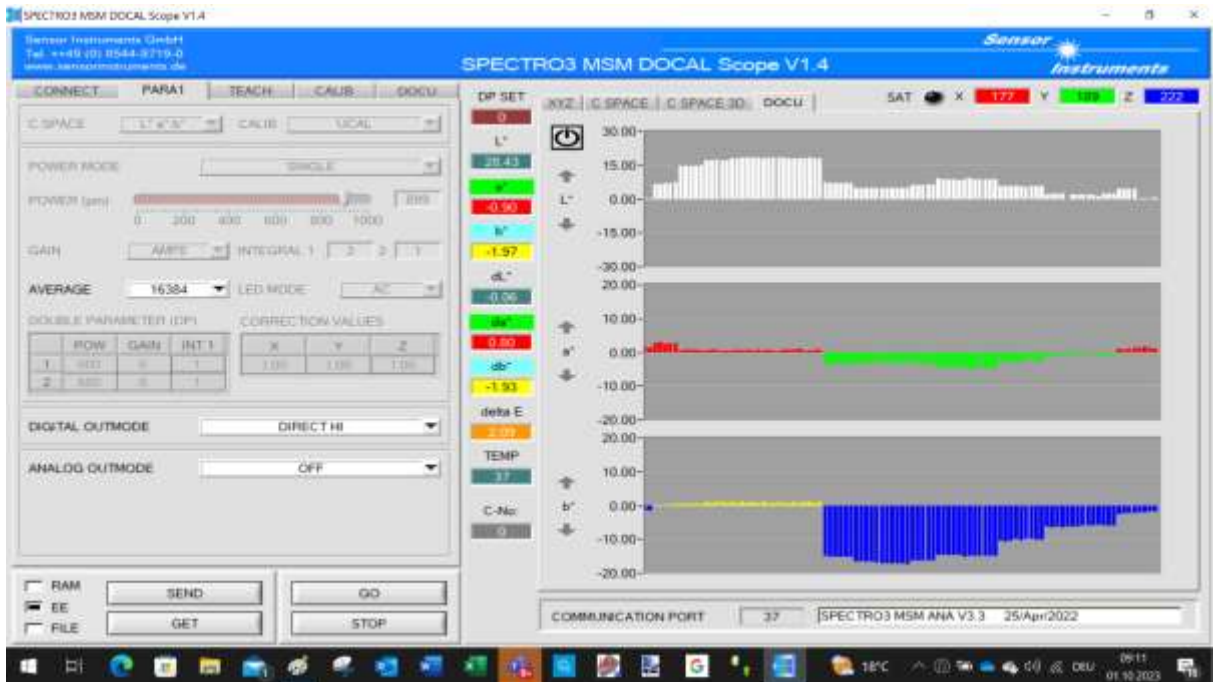




Im Anschluss daran erfolgte eine Farbmessung der 30 verschiedenen Rezyklatproben mittels des SI-Laborgerätes SPECTRO-3-0°/45°-MST. Die Messungen wurden auch hierbei mit Hilfe der SPECTRO3 MSM DOCAL Scope V1.4 durchgeführt.

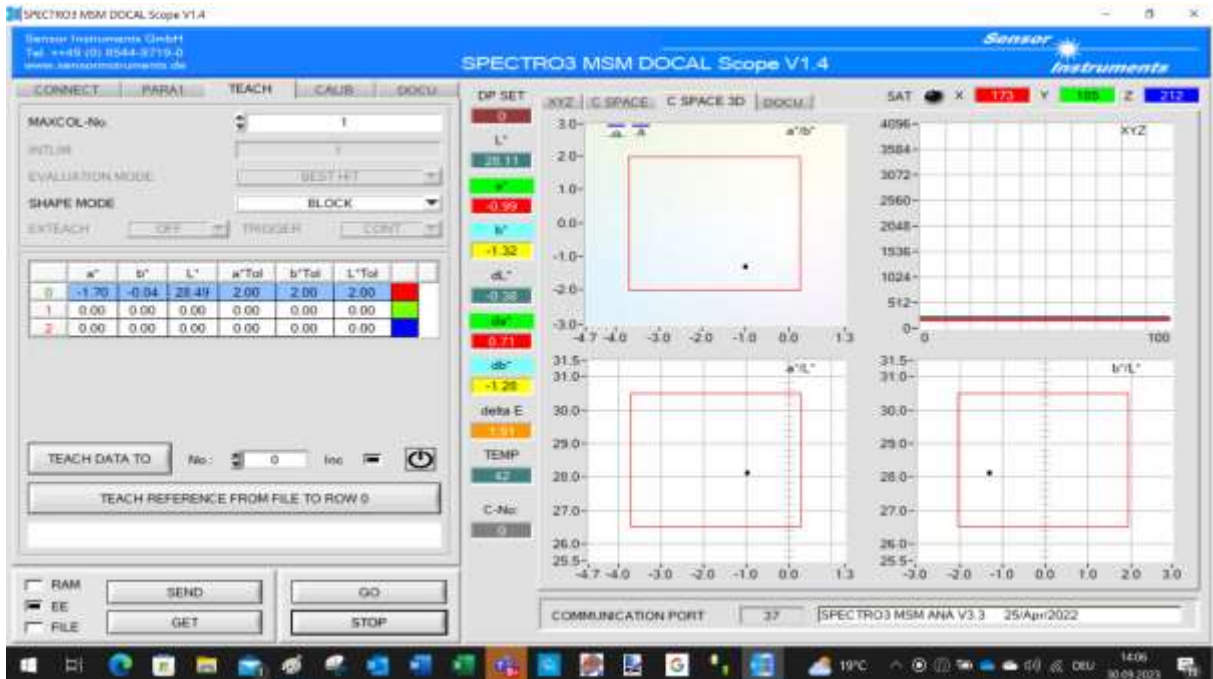


Erster Teil: von Schwarz nach Grau und wieder nach Schwarz

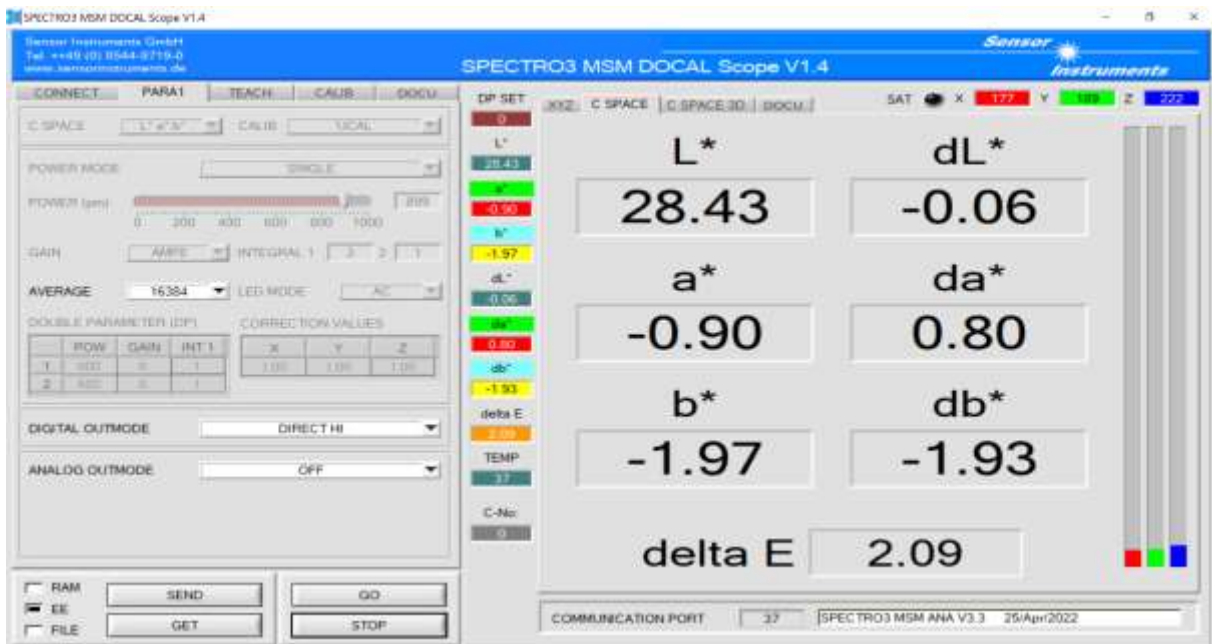


Zweiter Teil: von Schwarz über Grau nach Blau und wieder zurück nach Schwarz

Neben der Darstellung der $dL^*da^*db^*$ -Werte in Bezug zu einer eingegebenen Referenz wurden die Farbwerte $L^*a^*b^*$ inkl. der Farbabweichungen $dL^*da^*db^*$ in einer Datei gespeichert, die im Nachgang auch mit Hilfe von Word® und Excel® bearbeitet werden kann. Ferner konnte während der Farbmesswertaufzeichnung zwischen verschiedenen Darstellungen gewählt werden: Trendanzeige (DOCU), numerische Farbwert- und Farbwertabweichungsanzeige (C SPACE), Anzeige des aktuellen Farbwertes im Farbraum inkl. der Farbtoleranzfenster (C SPACE 3D) und Anzeige der Rohdaten (XYZ).

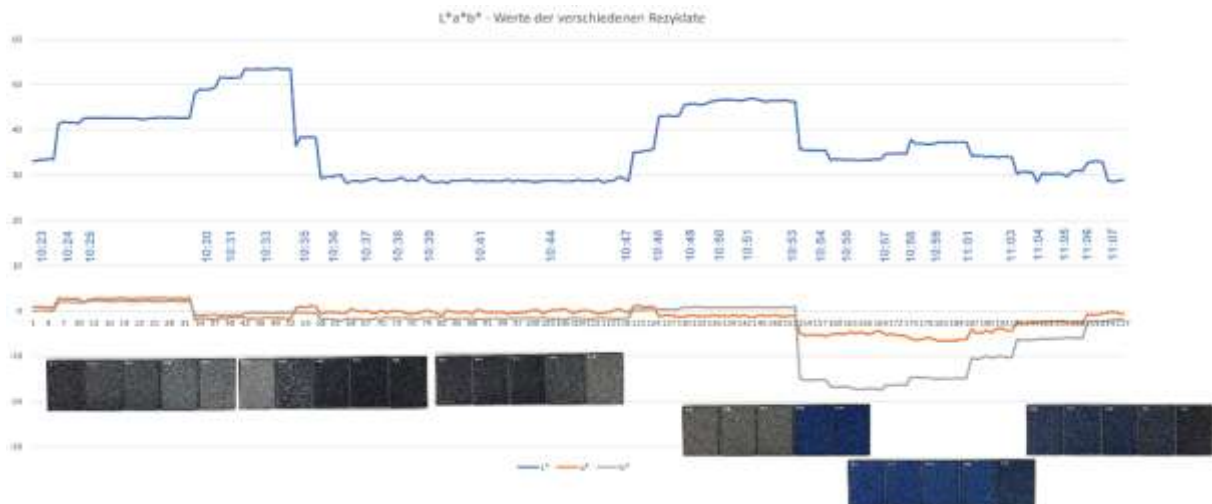


C SPACE 3D: Darstellung des aktuellen Farbwertes in verschiedenen Diagrammen inkl. der Toleranzfenster

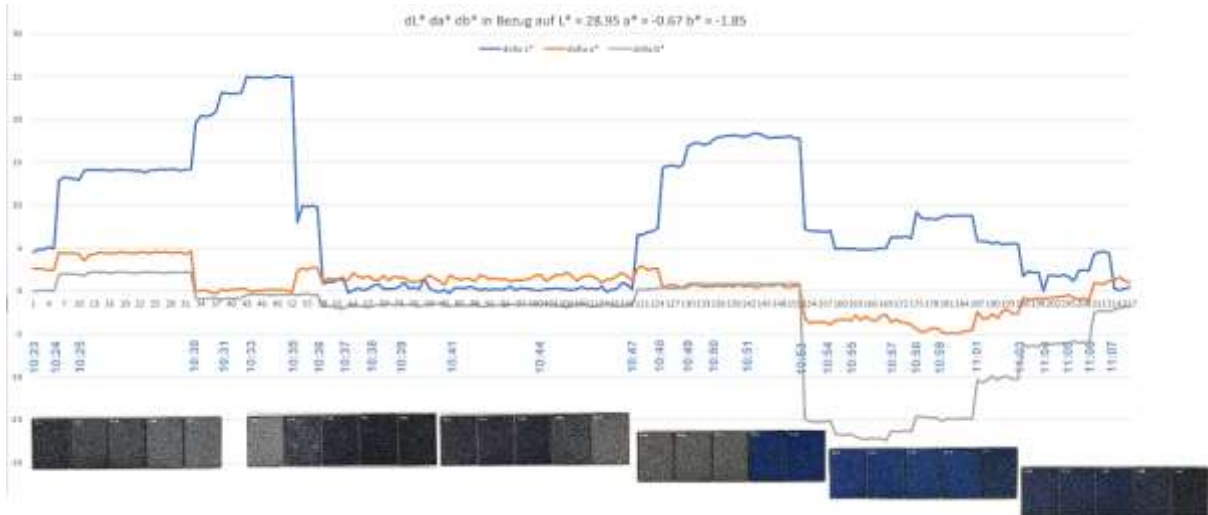


C SPACE: Numerische Darstellung der Farbwerte $L^*a^*b^*$ sowie der Farbtoleranzwerte $dL^*da^*db^*$

Während die Darstellungen auf dem Monitor dem Operator wertvolle Informationen bezüglich der Trends der Farbwerte der jeweiligen Rezyklate lieferten, ist für die Qualitätssicherung die Auswertung der abgespeicherten Daten von herausragender Bedeutung, da nicht nur die Farbabweichungen $dL^*da^*db^*$ zu einer in der TEACH-Tabelle eingegebenen $L^*a^*b^*$ -Referenz abgespeichert werden, sondern auch die Farbwerte $L^*a^*b^*$ samt Datum und Uhrzeit und ferner, ob sich die Farbe des Rezyklates noch innerhalb des jeweiligen Farbtoleranzbereiches (Farbnummer) befindet. Im Folgenden sind die Diagramme zu sehen, die anhand der Excel®-Datei erstellt worden sind. Die während der Produktion entnommenen Proben wurden dabei anhand des Zeitpunkts, an dem die jeweilige Rezyklatprobe entnommen worden ist, gekennzeichnet.

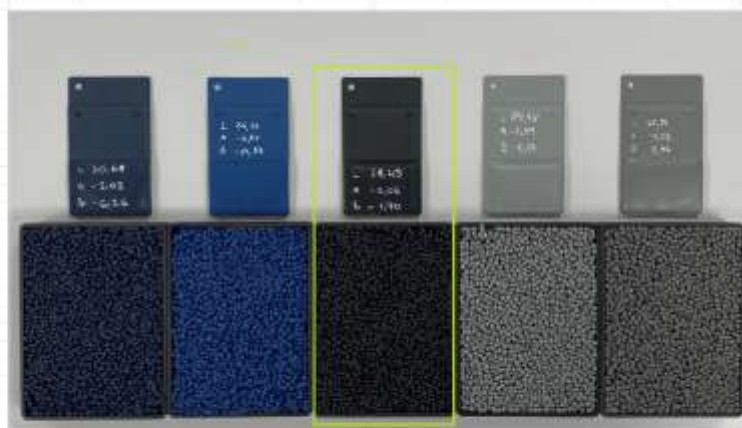


$L^*a^*b^*$ - Werte der verschiedenen Rezyklatproben, gekennzeichnet mit dem Zeitpunkt der Probenentnahme während der Produktion



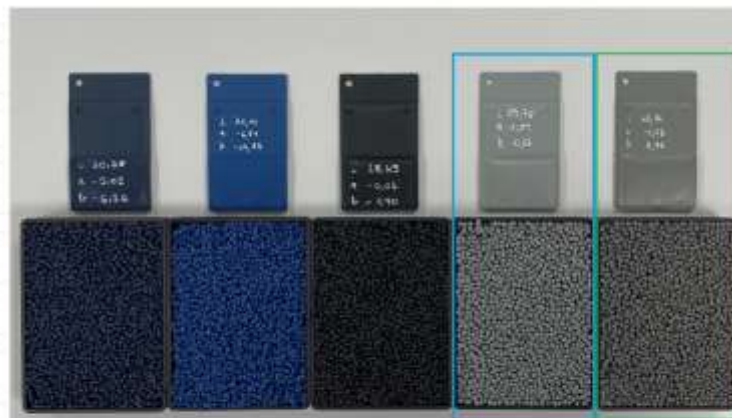
dL*da*db*-Werte der verschiedenen Rezyklatproben, gekennzeichnet mit dem Zeitpunkt der Probenentnahme während der Produktion

| L* | a* | b* |
|--------|--------|---------|
| 28,092 | 0,089 | -1,817 |
| 28,785 | -0,852 | -1,581 |
| 27,790 | 0,129 | -1,721 |
| 27,521 | -0,29 | -1,671 |
| 27,551 | 0,547 | -1,622 |
| 27,703 | 0,622 | -1,563 |
| 27,918 | -0,674 | -1,685 |
| 27,684 | -0,489 | -1,700 |
| 27,604 | 0,546 | -1,580 |
| 27,603 | -0,559 | -1,708 |
| 27,598 | -0,19 | -1,711 |
| 27,368 | -0,492 | -1,772 |
| 27,224 | -0,292 | -1,694 |
| 28,181 | -0,208 | -1,584 |
| 28,559 | 0,498 | -1,623 |
| 28,574 | -0,209 | -1,700 |
| 28,976 | -0,083 | -1,396 |
| 28,673 | -0,73 | -1,798 |
| 27,493 | -0,155 | -1,794 |
| 27,486 | -0,077 | -1,794 |
| 27,887 | -1,076 | -1,397 |
| 27,721 | -0,057 | -1,624 |
| 27,672 | 0,156 | -1,764 |
| 46,332 | -1,067 | 0,826 |
| 46,343 | -1,232 | 0,876 |
| 46,445 | -1,158 | 0,843 |
| 46,250 | -1,209 | 0,796 |
| 46,332 | -1,291 | 0,789 |
| 45,884 | -1,065 | 0,727 |
| 45,890 | -1,217 | 0,811 |
| 45,872 | -1,069 | 0,808 |
| 45,885 | -1,222 | 0,765 |
| 45,757 | -1,249 | 0,822 |
| 45,790 | -1,208 | 0,783 |
| 45,729 | -1,152 | 0,755 |
| 45,661 | -1,287 | 0,769 |
| 54,003 | -1,545 | -0,53 |
| 53,666 | -1,616 | -0,573 |
| 53,518 | -1,683 | -0,512 |
| 53,391 | -1,531 | -0,801 |
| 53,564 | -1,499 | -0,548 |
| 53,562 | -1,513 | -0,605 |
| 53,627 | -1,782 | -0,518 |
| 53,534 | -1,500 | -0,574 |
| 53,497 | -1,634 | -0,52 |
| 53,511 | -1,710 | -0,466 |
| 53,560 | -1,458 | -0,572 |
| 53,637 | -1,682 | -0,559 |
| 53,600 | -1,718 | -0,504 |
| 53,513 | -1,605 | -0,509 |
| 35,561 | -6,415 | -14,637 |
| 35,704 | -6,630 | -14,780 |



L*a*b*-Farbwerte der schwarzen Rezyklatprobe

| | | |
|--------|--------|---------|
| 27,887 | -1,076 | -1,397 |
| 27,721 | -0,057 | -1,624 |
| 27,672 | 0,156 | -1,764 |
| 46,332 | -1,067 | 0,826 |
| 46,343 | -1,232 | 0,876 |
| 46,445 | -1,158 | 0,843 |
| 46,250 | -1,209 | 0,796 |
| 46,332 | -1,291 | 0,789 |
| 45,884 | -1,065 | 0,727 |
| 45,890 | -1,217 | 0,811 |
| 45,872 | -1,069 | 0,808 |
| 45,885 | -1,222 | 0,765 |
| 45,757 | -1,249 | 0,822 |
| 45,790 | -1,208 | 0,783 |
| 45,729 | -1,152 | 0,755 |
| 45,661 | -1,287 | 0,769 |
| 54,003 | -1,545 | -0,53 |
| 53,666 | -1,616 | -0,573 |
| 53,518 | -1,683 | -0,512 |
| 53,391 | -1,531 | -0,801 |
| 53,564 | -1,499 | -0,548 |
| 53,562 | -1,513 | -0,605 |
| 53,627 | -1,782 | -0,518 |
| 53,534 | -1,500 | -0,574 |
| 53,497 | -1,634 | -0,52 |
| 53,511 | -1,710 | -0,466 |
| 53,560 | -1,458 | -0,572 |
| 53,637 | -1,682 | -0,559 |
| 53,600 | -1,718 | -0,504 |
| 53,513 | -1,605 | -0,509 |
| 35,561 | -6,415 | -14,637 |
| 35,704 | -6,630 | -14,780 |



L*a*b*-Farbwerte der dunkelgrauen sowie der hellgrauen Rezyklatprobe.

| | | |
|--------|--------|---------|
| 53,513 | -1,695 | -0,509 |
| 35,561 | -6,415 | -14,637 |
| 35,704 | -6,630 | -14,780 |
| 35,610 | -6,674 | -14,832 |
| 35,470 | -6,621 | -14,822 |
| 35,491 | -6,940 | -14,813 |
| 35,460 | -7,161 | -14,755 |
| 35,523 | -6,439 | -14,918 |
| 35,520 | -6,773 | -14,785 |
| 35,589 | -6,526 | -14,859 |
| 35,519 | -6,678 | -14,848 |
| 35,568 | -6,502 | -14,883 |
| 35,394 | -6,700 | -14,828 |
| 35,519 | -6,336 | -14,943 |
| 35,836 | -6,223 | -14,911 |
| 30,494 | -2,386 | -6,314 |
| 30,444 | -2,118 | -6,362 |
| 30,475 | -2,138 | -6,342 |
| 30,584 | -2,702 | -6,035 |
| 30,342 | -1,764 | -6,245 |
| 30,365 | -1,909 | -6,250 |
| 30,402 | -2,369 | -6,128 |
| 30,449 | -1,968 | -6,128 |
| 30,609 | -2,382 | -6,202 |
| 30,628 | -1,384 | -6,258 |
| 30,602 | -2,340 | -6,155 |
| 30,488 | -2,379 | -6,095 |
| 30,602 | -2,696 | -6,127 |
| 30,927 | -2,176 | -5,976 |
| 30,607 | -2,032 | -6,271 |
| 30,598 | -2,012 | -6,197 |
| 30,466 | -1,724 | -6,347 |
| 30,648 | -2,472 | -6,171 |



L*a*b*-
Farbwerte
der dunkel-
blauen sowie
der blauen
Rezyklat-
probe.

4. Optimierungsmaßnahmen

Prinzipiell funktioniert die Farbmessung am derzeitigen Messort recht gut, dennoch sollten hierbei noch einige Änderungsmaßnahmen ergriffen werden. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass während eines Big Bag-Wechsels an der Anlage das Staubaufkommen erheblich zunimmt und sich die leichteren Kunststofflocken auf der Oberfläche der Sensorik niederschlugen. Eine Abdeckung der Sensorik wäre hier sicherlich vorteilhaft. Ferner konnte am Messort eine doch recht ruppige Pelletstromoberfläche beobachtet werden. In Siebnähe hingegen wies der Kunststoffgranulatstrom schon ohne den Einsatz eines Abweisebleches eine eher ebene Oberfläche auf. Allerdings konnte dabei aber auch festgestellt werden, dass bei einer Siebverstopfung oder aber einer teilweisen Siebverlegung die Höhe des Pelletstroms anwuchs. Damit nun aber eine korrekte Aussage über den Farbwert eines Rezyklates gemacht werden kann, sollte der



Abstand der Rezyktoberfläche, hin zum Sensorfrontend, annähernd konstant gehalten werden. Durch Anbringen eines zusätzlichen Laserabstandssensors kann die Höhe des

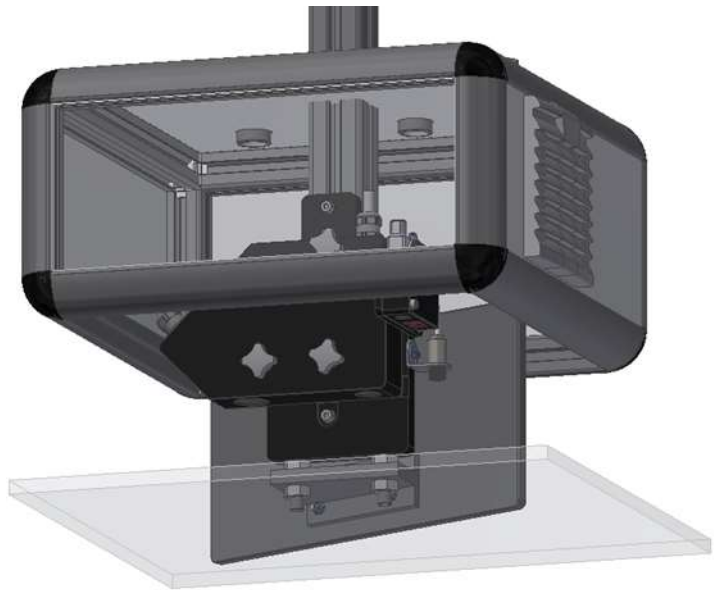


Rezyklatstroms ermittelt werden. Bei Über- bzw. Unterschreitung eines einstellbaren Höhentoleranzfensters kann beispielsweise eine Warnlampe aktiviert werden, parallel dazu wird die Höhe des Rezyklatstroms ebenfalls von der Auswerteeinheit (Panel-PC: SI-PPC-500-15“) angezeigt und in einem File abgespeichert. Vorversuche mit einem Laserabstandssensor vom Typ L-LAS-LT-130-SL-P haben auf verschiedenfarbigen Rezyktoberflächen sehr gute Ergebnisse geliefert. Der Lasersensor verfügt ebenfalls über eine serielle Schnittstelle und liefert ferner digitale Ausgänge (0V/+24V), die darüber informieren, ob sich die Höhe des



Rezyklatstroms innerhalb oder aber außerhalb eines einstellbaren Toleranzfensters befindet. Als weitere wichtige Messgröße wäre sicherlich die Temperatur des Rezyklatstroms zu nennen, beeinflusst diese doch auch die Farbe des Rezyklats. Mit Hilfe einer Wärmebildkamera wurden schon Temperaturmessungen am Rezyklatstrom vorgenommen und es konnte eine Oberflächentemperatur des Pelletstroms von ca. 75°C gemessen werden. Vorgesehen ist nun, ein Pyrometer zusammen mit dem Laserabstandssensor in Farbsensornähe zu positionieren. Die Temperatur wird dabei auf der im SI-PPC-500-15“ integrierten Kontrolleinheit angezeigt und des Weiteren erfolgt eine Aufzeichnung der Temperatur mittels Panel-PC. Eine Überschreitung eines einstellbaren Temperaturlimits kann über eine Warnlampe angezeigt werden.

Im Folgenden sind nun die einzelnen Sensoren gemeinsam in einer Schutzhaube integriert dargestellt. Laserabstandssensor und Pyrometer befinden sich dabei in unmittelbarer Nähe des Farbsensorkopfes. Das Abweiseblech wurde durch eine hitzebeständige und zugleich abriebfeste Kunststoffplatte ersetzt, wodurch die Wärmeübertragung vom Rezyklatstrom hin zum Sensorkopf eingedämmt werden kann. Einem eventuellen Hitzestau im Inneren der Abdeckhaube vorbeugend, ist ein Lüfter vorgesehen, der für eine ausreichende Luftzirkulation sorgen soll.



Mit Hilfe des Aluprofilrahmens kann der Sensorkopf an verschiedenen Positionen quer zur Vibrorinne positioniert werden. Die Kalibrierung der Sensorik kann im eingebauten Zustand während des laufenden Betriebs vorgenommen werden, ein Ausbau der Sensorik ist also nicht erforderlich. Zum Einlegen der Weißreferenz (beispielsweise RAL 9003-P) ist eine mechanische Aufnahme vorgesehen, die während des laufenden Betriebs montiert werden kann. Nach erfolgtem Weißabgleich kann die Kalibrierkartenaufnahme wieder entfernt werden. Kalibriert wird anschließend auf das aktuell produzierte Rezyklat, eine Probenentnahme vom aktuellen Rezyklat dient dabei zur Herstellung eines Spritzgussplättchens zur Messung der Farbwerte

(L*a*b*) mit Hilfe des Laborfarbmesssystems. Nach Eingabe der Farbwerte in die Software des Panel-PCs kann der Kalibrierprozess abgeschlossen werden und das Inline-Farbmesssystem COLTEM-85 kann zur Ermittlung der Farbe sowie der Temperatur des Rezyklats eingesetzt werden.

Kontakt:

Sensor Instruments
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
Schlinding 15
D-94169 Thurmansbang
Telefon +49 8544 9719-0
Telefax +49 8544 9719-13
info@sensorinstruments.de