

# SI-COLO-GD Serie

## ▶ SI-COLO-GD-40

- Relative Glanzdetektion (direkt/diffus)
- 3-Farbfiterdetektor
- Messbereich typ. 35 mm ... 45 mm
- Bis zu 31 Farb-/Glanzwerte abspeicherbar
- RS232 - Schnittstelle (USB-Adapter optional)
- 8x Weißlicht-LED, 30 kHz moduliert, fremdlichtunempfindlich
- Farb-, Graustufen- und Glanzerkennung
- Helligkeitsnachregelung zuschaltbar
- Mehrere TEACH-Möglichkeiten (über PC, SPS oder Taster)
- Verschiedene Auswertelgorithmen aktivierbar
- Schaltzustandsanzeige über 5 gelbe LEDs
- Mittelwertbildung zuschaltbar (von 1 bis über 32000 Werte)
- RS232/Ethernet-Converter als Zubehör verfügbar



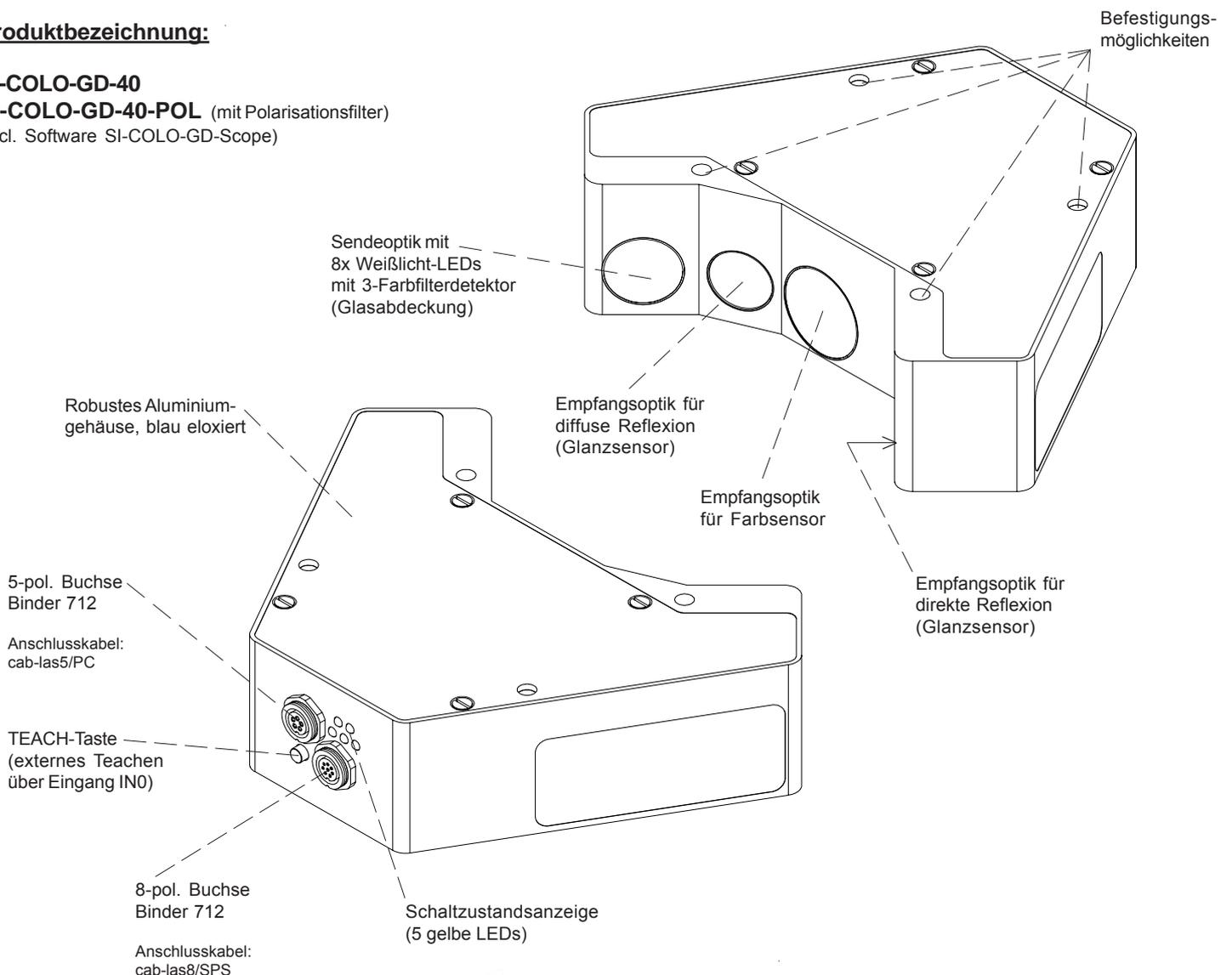
### Aufbau

#### Produktbezeichnung:

**SI-COLO-GD-40**

**SI-COLO-GD-40-POL** (mit Polarisationsfilter)

(incl. Software SI-COLO-GD-Scope)

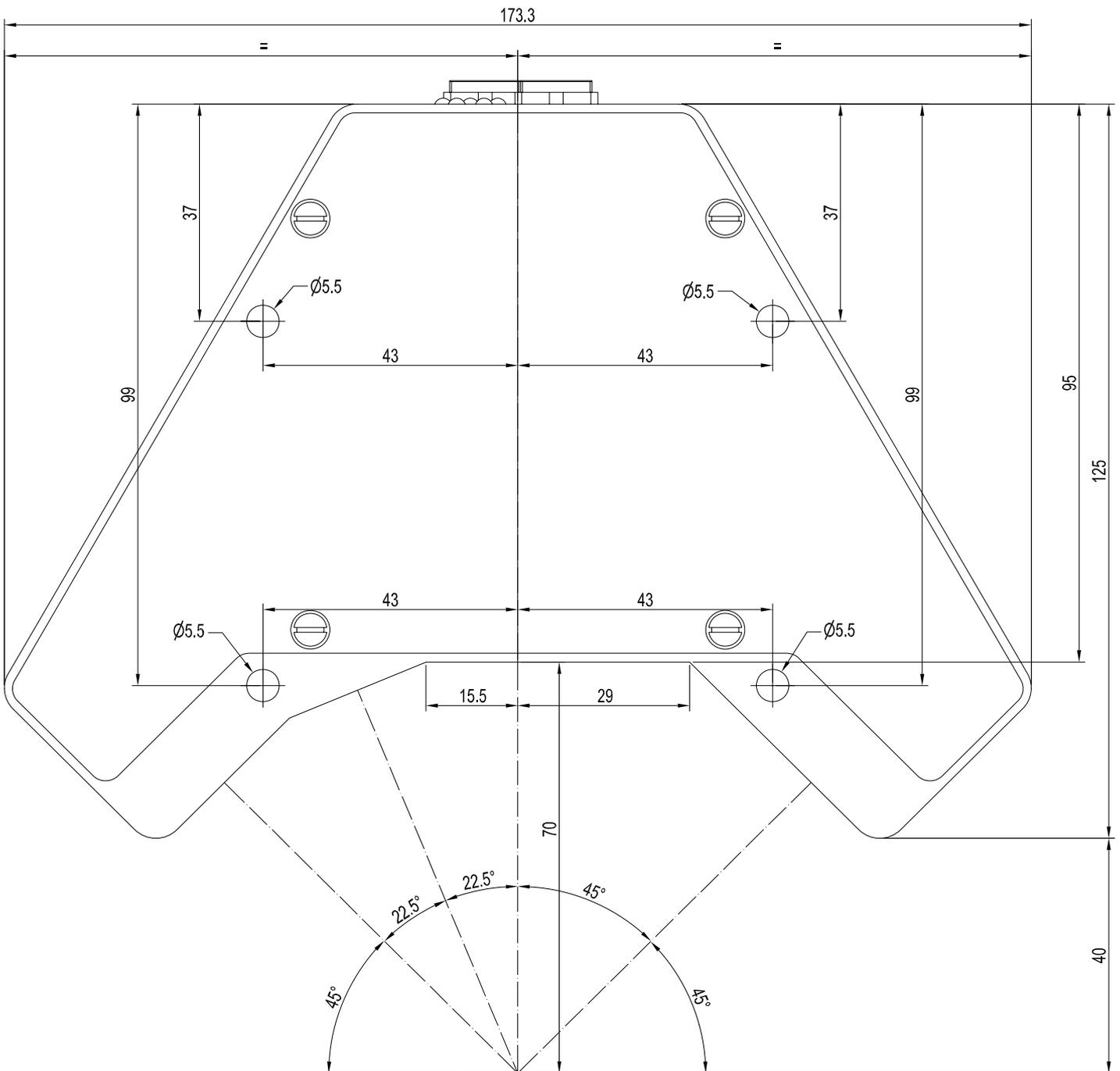
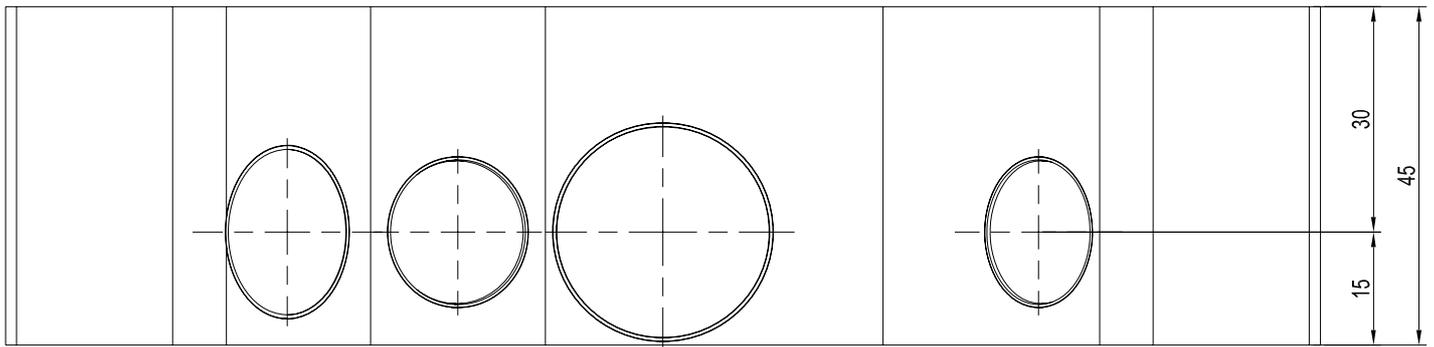




## Technische Daten

Typ	SI-COLO-GD-40
Lichtquelle	8x Weißlicht-LED, moduliert 30 kHz
Objektabstand	typ. 35 mm ... 45 mm
Detektionsbereich (Halbwertsbreite)	typ. 20 x 30 mm bei 40 mm Abstand
Reproduzierbarkeit	im x,y Farbbereich jeweils 1 digit bei 12-Bit-A/D-Wandlung
Empfänger	3-Farbfilterdetektor, 2 Fotodetektoren (Glanz)
Wechsellichtbetrieb	30 kHz
Umgebungslicht	bis 5000 Lux
Schutzart	Elektronik IP64, Optik IP 67
Stromverbrauch	typ. 320 mA
Schnittstelle	RS232, parametrisierbar unter Windows®
Steckerart	Verbindung zur SPS: 8-pol. Flanschdose Binder Serie 712 Verbindung zum PC: 5-pol. Flanschdose Binder Serie 712
EMV-Prüfung nach	DIN EN 60947-5-2
Gehäuse	Aluminium, blau eloxiert
Betriebstemperaturbereich	-20°C ... +55°C
Lagertemperaturbereich	-20°C ... +85°C
Pulsverlängerung	einstellbar unter Windows® 0 ms ... 100 ms
max. Schaltstrom	100 mA, kurzschlussfest
Schaltfrequenz	max. 1 kHz (abhängig von Anzahl der Lernfarben und Einstellung der Mittelwertbildung)
Ausgänge	OUT 0 ... OUT 4, digital (0V/+Ub), kurzschlussfest, 100 mA max. Schaltstrom npn-, pnp-fähig (Hell-, Dunkelschaltung umschaltbar)
Mittelwertbildung	über max. 32768 Werte
Spannungsversorgung	+24VDC (± 10%), verpolsicher, überlastsicher
Schaltzustandsanzeige	Visualisierung durch 5 gelbe LEDs
Größe des Farbspeichers	nichtflüchtiges EEPROM mit Parametersätzen für max. 31 Farben
TEACH-Taste	zum externen Einlernen der Farb-/Glanzreferenzen über Eingang IN0
Temperaturdrift	temperaturkompensiert

Abmessungen



Alle Abmessungen in mm

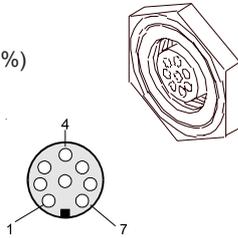
**Anschlussbelegung**

**Anschluss an SPS:**

**8-pol. Buchse Binder 712**

Pin: Farbe: Belegung:

1	ws	GND (0V)
2	br	+24VDC (±10%)
3	gn	IN0
4	ge	OUT0
5	gr	OUT1
6	rs	OUT2
7	bl	OUT3
8	rt	OUT4

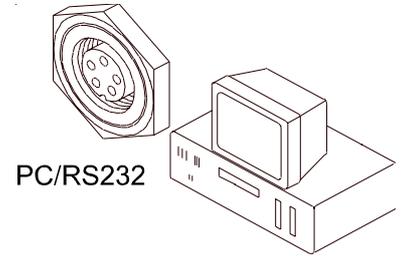
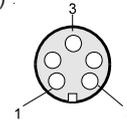


**Anschluss an PC:**

**5-pol. Buchse Binder 712**

Pin: Belegung:

1	GND (0V)
2	TX0
3	RX0
4	n.c.
5	n.c.

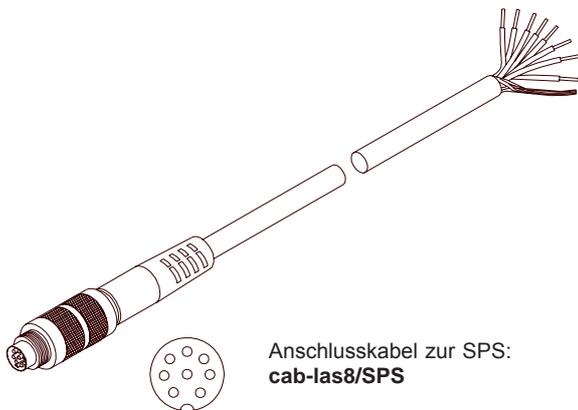


PC/RS232

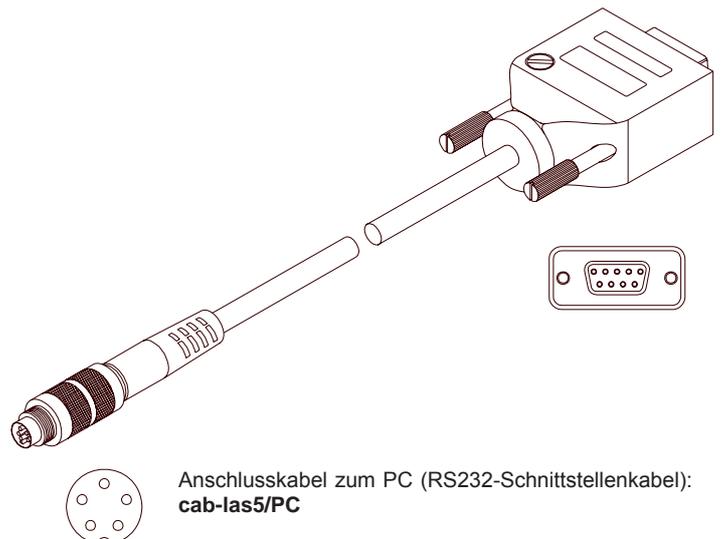
**Anschlusskabel**

**Anschlusskabel:**

**cab-las8/SPS** Länge: 2m Mantel: PU  
**cab-las5/PC** Länge: 2m Mantel: PU



Anschlusskabel zur SPS:  
**cab-las8/SPS**



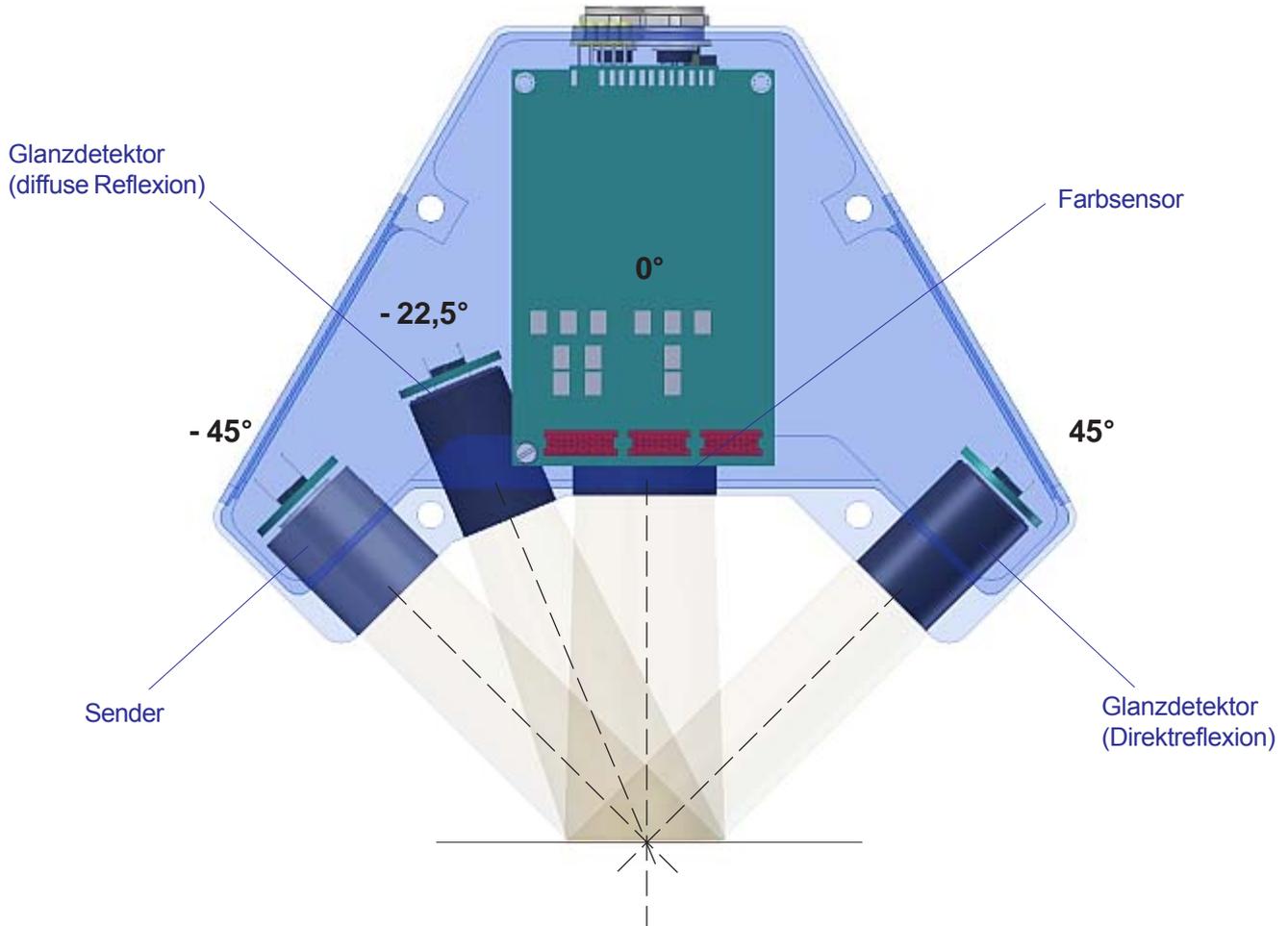
Anschlusskabel zum PC (RS232-Schnittstellenkabel):  
**cab-las5/PC**



## Messprinzip

### Messprinzip:

Moduliertes Weißlicht (kollimiert) wird unter  $-45^\circ$  auf die zu kontrollierende Oberfläche gerichtet, unter  $+45^\circ$  wird mittels Empfangsoptik und Fotodiode die Direktreflexion gemessen. Unter  $-22,5^\circ$  erfolgt eine Messung der diffusen Reflexion, wohingegen die Farbmessung unter  $0^\circ$  erfolgt.



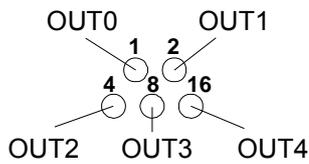
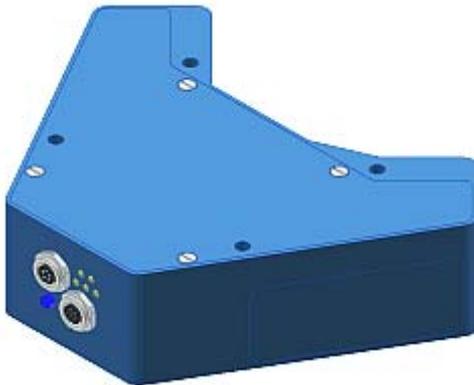
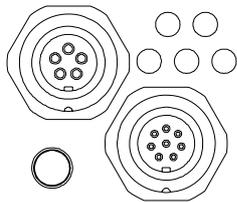


LED-Display

**Visualisierung des Farb-Glanzcodes:**

Mit Hilfe von 5 gelben LEDs wird der Farb-Glanzcode am Gehäuse des Farb-Glanzsensors visualisiert. Der am LED-Display angezeigte Farb-Glanzcode wird im Modus BINARY als 5-Bit Binärinformation an den Digitalausgängen OUT0 bis OUT4 der 8-pol. SPS-Anschlussbuchse ausgegeben.

Im Modus DIRECT sind maximal 5 Lernwerte erlaubt, diese können direkt an den 5 Digitalausgängen ausgegeben werden. Der jeweils erkannte Farb-Glanzcode wird über die 5 gelben LEDs am Gehäuse des Farb-Glanzsensors angezeigt.



0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15
16	17	18	19
20	21	22	23
24	25	26	27
28	29	30	31

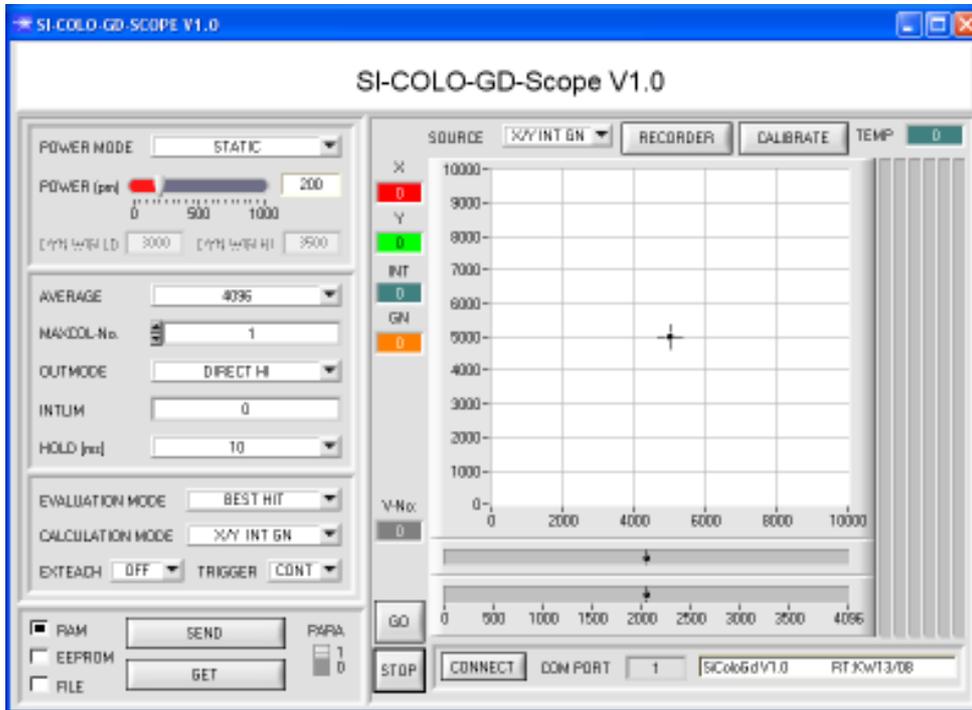
„Fehler“ bzw. „nicht erkannt“



## Parametrisierung

### Windows®-Oberfläche:

Die Windows®-Oberfläche erleichtert den Teach-in-Vorgang am Farbsensor, außerdem unterstützt sie den Bediener bei der Justierung und Inbetriebnahme des Farbsensors.



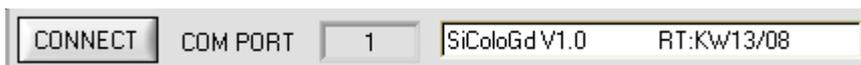
Die Parametrisierung des Farbsensors erfolgt unter Windows® mit Hilfe der Software COLOR4-Scope.

Über die RS232-Schnittstelle werden Parameter eingestellt, wie z.B.:

- Mittelwertbildung über max. 32768 Werte
- Anzahl der zu kontrollierenden Farben
- Lichtleistung der Weißlicht-LED
- Lichtleistungsregelung EIN/AUS
- Pulsverlängerung bis max. 100 ms
- Trigger extern oder kontinuierlich
- minimale zur Farbauswertung erforderliche Intensität

Die Darstellung des Farbwertes unter Windows® auf dem PC in numerischer Form und im Farbdigramm sowie Darstellung der RGB-Werte im Zeitdiagramm. Außerdem werden die aktuellen RGB-Werte als Balkendiagramm zur Anzeige gebracht.

### Erklärung diverser Funktionsgruppen und Anzeigeelemente:

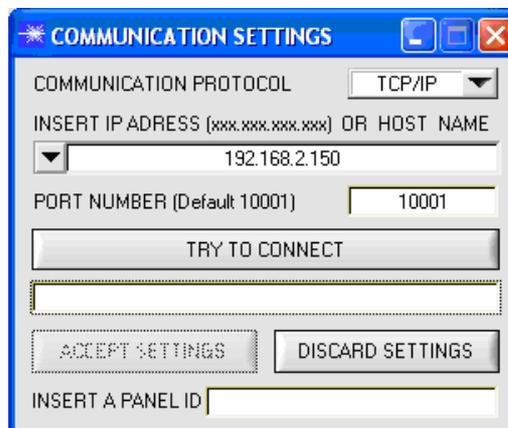
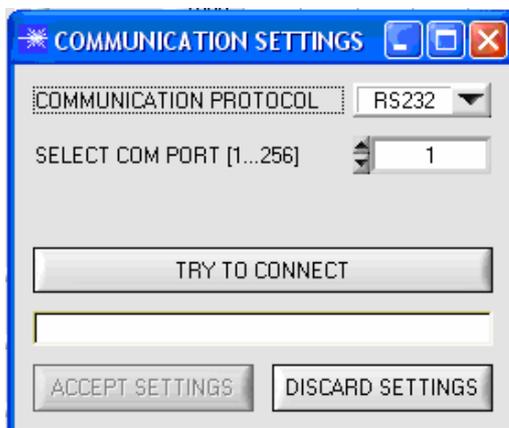


Die SI-COLO-GD-Scope Software meldet sich nach dem Programmstart mit der Standardkonfiguration COM PORT 1 und dem jeweiligen Status der Kommunikation.



#### CONNECT:

Durch Drücken von CONNECT öffnet sich ein Fenster, in dem man die Schnittstelle wählen und konfigurieren kann. Neben CONNECT steht die momentan eingestellte Verbindungstypart.



In dem Funktionsfeld COMMUNICATION PROTOCOL kann entweder ein RS232 oder ein TCP/IP Protokoll ausgewählt werden. Wählt man RS232, kann man mit SELECT COM PORT einen Port von 1 bis 256 auswählen, je nachdem an welchem der Sensor angeschlossen ist. Zur Kommunikation des Sensors über ein lokales Netzwerk wird ein RS232-zu-Ethernet Adapter (= SI-RS232/Ethernet, als Zubehör erhältlich) benötigt. Dieser ermöglicht es, eine Verbindung zum Sensor über das TCP/IP Protokoll herzustellen.



## Parametrisierung

### Parametereinstellung:

Es können unter anderem folgende Parameter eingestellt werden:

#### **POWER MODE:**

In diesem Funktionsfeld kann die Betriebsart der Leistungsnachregelung an der Sendeeinheit eingestellt werden.

**STATIC:** Die Senderleistung wird entsprechend dem am Schieberegler POWER eingestellten Wert konstant gehalten (empfohlene Betriebsart).

**DYNAMIC:** Die LED-Sendeleistung wird automatisch anhand der vom Gegenstand diffus zurückreflektierten Strahlungsmenge dynamisch geregelt. Der Regelkreis versucht anhand der an den Empfängern gemessenen Intensitäten die Sendeleistung automatisch so einzustellen, dass der Dynamikbereich, welcher mit DYN WIN LO und DYN WIN HI festgelegt wird, möglichst nicht verlassen wird. Im DYNAMIC Modus wird bei der Auswertung nicht die Farbintensität zur Auswertung herangezogen, sondern der Wert, welchen der Referenzkanal REF detektiert.

**POWER [pm]:** In diesem Funktionsfeld kann mit Hilfe des Schiebereglers oder durch Eingabe in die Edit-Box die Intensität der Sendereinheit eingestellt werden. Der Wert 1000 bedeutet volle Intensität an der Sendereinheit, beim Wert 0 wird die kleinste Intensität am Sender eingestellt.

#### **AVERAGE:**

In diesem Funktionsfeld wird die Anzahl der Abtastwerte (Messwerte) eingestellt, über die das am Empfänger gemessene Rohsignal gemittelt wird. Ein größerer AVERAGE Vorgabewert reduziert das Rauschen der Rohsignale der Empfangseinheit, gleichzeitig verringert sich die maximal erreichbare Schallfrequenz des SI-COLO-GD Sensors.

#### **TRIGGER:**

In diesem Funktionsfeld wird die Triggerbetriebsart am SI-COLO-GD Sensor eingestellt.

**CONT:** Kontinuierliche Auswertung (kein Trigger-Ereignis notwendig).

**SELF:** Der Sensor kann durch Auswahl von SELF im Selbsttriggermodus (Eigentrieger) betrieben werden. Auf Zeile 0 muss der "Freizustand" eingelernt werden. Der Freizustand ist z.B. bei einem getrennten Lichtwellenleiter auf Durchlicht der unbedeckte Zustand. Beim Reflexbetrieb ist der Freizustand der Zustand, bei dem kein Teil vorhanden ist. Die Auswertung wird gestartet, wenn die Zeile 0 nicht mehr erkannt wird (Selbsttrigger). Nach dem Trigger, d.h. wenn der Vektor 0 wieder erkannt ist, wird unter den eingelernten Vektoren derjenige ausgegeben, welche während des Triggerns am häufigsten detektiert wurde.

**EXT1:** Die Auswertung wird über den externen Triggereingang (IN0 Pin3 grn am Kabel cab-las8/SPS) bzw. durch Drücken der TEACH Taste gestartet. Ein Triggerereignis wird erkannt, solange am Eingang IN0 +24V anliegt (HIGH aktiv). Nachdem der Triggereingang wieder auf LOW geht, wird der zuletzt erkannte Zustand (VEC-Nr.) an den Ausgängen gehalten.

**EXT2:** Selbes Verhalten wie im Modus EXT1 mit dem Unterschied, dass, nachdem der Triggereingang wieder auf LOW geht, der Fehlerzustand (VEC-Nr. = 255) ausgegeben wird.

**EXT3:** Die Auswertung wird über den externen Triggereingang (IN0 Pin3 grn am Kabel cab-las8/SPS) bzw. durch Drücken der TEACH Taste gestartet. Nach dem Triggern wird unter den eingelernten Vektoren derjenige ausgegeben, welcher während des Triggerns am häufigsten erkannt wurde.

#### **INTLIM:**

In dieser Edit-Box kann ein Intensitätslimit eingestellt werden. Falls die an der Empfangseinheit ankommende aktuelle Intensität INT diese Grenze unterschreitet, wird keine Auswertung mehr durchgeführt und der Fehlerzustand ausgegeben.

#### **EXTEACH:**

In allen Auswertemodi besteht die Möglichkeit, von extern über IN0 oder über den Taster am Sensorgehäuse einen aktuellen Zustand (Vektor) einzulernen.

**OFF:** Die externe Teach Möglichkeit ist ausgeschaltet.

**STAT1:** Es wird im statischen Power Modus ein Vektor auf Position 0 in der VECTOR TEACH TABLE gelernt. POWER MODE wird automatisch auf STATIC eingestellt. Mit dem POWER Schieberegler muss eine fixe Sendeleistung eingestellt werden. Nach Betätigen des Tasters am Sensorgehäuse oder nach einem positivem Signal (+24V) am Eingang IN0 wird der momentan anliegende Vektor auf Zeile 0 gelernt.

**DYN1:** Es wird im dynamischen Power Modus ein Vektor auf Position 0 in der VECTOR TEACH TABLE gelernt anschließend wird statisch ausgewertet. POWER MODE wird automatisch auf STATIC eingestellt. Nach Betätigen des Taster am Sensorgehäuse oder nach einem positivem Signal (+24V) am Eingang IN0 wird die Sendeleistung so eingestellt, dass sich der Sensor im Dynamikbereich, welcher mit DYN WIN LO und DYN WIN HI eingestellt wird, befindet. Anschließend wird der momentan anliegende Vektor auf Position 0 in der VECTOR TEACH TABLE gelernt. Der Sensor arbeitet mit dem gefundenem POWER Wert statisch weiter.



**Parametrisierung**

MAXCOL-No.

PARA

**TEACH PROCESS WITH EXTEACH=ON:**

Dem Sensor können über IN0 oder dem Taster am Sensorgehäuse bis zu 31 Vektoren eingelernt werden. In den EVALUATION Modi BEST HIT, MIN DIST und VEC5 kann über den Taster oder über IN0 eine einzelne Zeile in der Tabelle ausgewählt werden.

Im EVALUATION Mode FIRST HIT wird abhängig von MAXVEC-No der momentan anliegende Vektor in alle aktiven Zeilen eingelernt.

Im Beispiel werden, im EVALUATION Mode BEST HIT, 4 Vektoren von extern gelernt.

OUTMODE

**OUTMODE:**

Mit dieser Funktionstastengruppe kann die Ansteuerung der 5 Digitalausgänge ausgewählt werden:

**BINARY:** Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Vektorwerte mit den in der Vektortabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser "Treffer" in der Vektortabelle als Vektornummer (V-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 ... OUT4) als Bitmuster angelegt. Es können maximal 31 Vektoren eingelernt werden.

**DIRECT:** In diesem Modus sind maximal 5 Lernvektoren erlaubt. Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Vektorwerte mit den in der Vektortabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser "Treffer" in der Vektortabelle als Vektornummer (V-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 ... OUT4) direkt ausgegeben.

**DIRECT HI:** Steht der Wahlschalter auf DIRECT HI, so liegt der entsprechende Digitalausgang auf HI. Wenn kein Vektor erkannt wurde, befinden sich die Digitalausgänge im LO-Zustand (keine LED leuchtet).

**DIRECT LO:** Steht der Wahlschalter auf DIRECT LO, so liegt der entsprechende Digitalausgang auf LO und die anderen auf HI. Wenn kein Vektor erkannt wurde, befinden sich die Digitalausgänge im HI-Zustand (alle LEDs leuchten).

EVALUATION MODE

- ✓ FIRST HIT
- BEST HIT
- MIN DIST
- VECTOR 5

**EVALUATION MODE:**

In diesem Funktionsfeld wird der Auswertemodus am SI-COLO-GD Sensor eingestellt:

**FIRST HIT:** Die aktuell gemessenen Vektorwerte werden mit den Vorgabewerten in der VECTOR TEACH TABLE (Vektortabelle), beginnend mit dem Lernvektor 0, verglichen. Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Vektorwerte mit den in der Vektortabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, wird dieser erste "Treffer" in der Vektortabelle als Vektornummer (V-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 ... OUT4) entsprechend der Einstellung des Parameters OUTMODE ausgegeben.

Falls der aktuelle Vektor mit keinem der Lernvektoren übereinstimmt, wird der Vektorcode V-No. = 255 gesetzt ("Fehlerzustand").

**BEST HIT:** Die aktuell gemessenen Vektorwerte werden mit den Vorgabewerten in der VECTOR TEACH TABLE (Vektortabelle), beginnend mit dem Lernvektor 0, verglichen. Falls beim zeilenweisen Vergleich die aktuellen Vektorwerte mit mehreren in der Vektortabelle eingetragenen Lern-Parametern übereinstimmen, ist der Lernparameter ein Treffer, welcher die kürzeste x/y Distanz zum aktuellen Vektor hat. Dieser "Treffer" in der Vektortabelle wird als Vektornummer (V-No.) angezeigt und an den Digitalausgängen (OUT0 ... OUT4) entsprechend der Einstellung des Parameters OUTMODE ausgegeben (siehe OUTMODE).

Falls der aktuelle Vektor mit keinem der Lernvektoren übereinstimmt, wird der Vektorcode V-No. = 255 gesetzt ("Fehlerzustand").

**MIN DIST:** Die einzelnen in der Vektortabelle definierten Lernvektoren liegen im Farbdreieck entsprechend ihrer (X,Y)-Wertepaare als Punkte vor. Falls dieser Auswertemodus am SI-COLO-GD Sensor eingestellt wird, berechnet der Auswertemodus algorithmus die Distanz ausgehend vom aktuell gemessenen Farbwert (X,Y) zu den einzelnen Lernvektoren im Farbdreieck. Der aktuelle Farbwert (X,Y) wird demjenigen Lernvektor zugeordnet, welcher im Farbdreieck am nächsten liegt. Darüber hinaus wird geprüft, ob zusätzlich die Intensitätsbedingung und die Glanzbedingung für diesen Vektor gegeben sind. Wenn dies nicht der Fall ist, dann wird die zweitkürzeste Distanz geprüft usw.

Der so erkannte Vektor wird an den Digitalausgängen (OUT0 ... OUT4) entsprechend der Einstellung des Parameters OUTMODE ausgegeben.

V-No. wird nur dann auf 255 gesetzt, wenn die aktuelle Intensität den unter INTLIM eingestellten Wert unterschreitet.

**VECTOR5:** In diesem Auswertemodus werden die Zeilen 0 bis 4 in der VECTOR TEACH TABLE ausgewertet. Jede Übereinstimmung von aktuellem Vektor zum Lernvektor (Zeilennummer) wird direkt an den entsprechenden Ausgang weitergegeben.

## Parameterisation

HOLD [ms]

**HOLD:**

Der SI-COLO-GD Sensor arbeitet mit minimalen Scanzeiten in der Größenordnung von weniger als 150µs. Aus diesem Grund haben die meisten an den digitalen Ausgängen OUT0 ... OUT4 angeschlossenen SPS Schwierigkeiten, die sich daraus ergebenden kurzen Schaltzustandsänderungen sicher zu erkennen. Durch Anwahl des jeweiligen HOLD Auswahlknopfes kann eine Pulsverlängerung an den Digitalausgängen des SI-COLO-GD Sensor-Systems bis zu 100 ms gewährleistet werden.

No. VTT VECTOR GROUPS ROWCOLOR

	X	Y	INT	ITO	GN	GTO	
0	1997	1157	40	2783	200	422	200

**COLOR GROUPS:**

In den Auswertemodi FIRST HIT, BEST HIT und MIN DIST besteht die Möglichkeit Vektorgruppen zu bilden. D.h. man weist über eine entsprechende Tabelle die einzelnen Zeilen einer Gruppe zu

CALCULATION MODE

**CALCULATION MODE:**

- X/Y INT GN:** Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün, Blau, Kanal DIR und Kanal DIF die X/Y-Pärchen, die Farbintensität INT und der Glanz Norm Wert GN berechnet. Für X/Y kann man eine Color Toleranz CTO, für INT eine Intensitätstoleranz ITO und für GN eine Glanztoleranz GTO einstellen. Durch die einzelnen Toleranzen, kann man sich den Vektor als einen Farbzylinder im Raum vorstellen der über X/Y und INT bestimmt wird (vgl. Graphik unten). Über CTO wird der Durchmesser und über ITO wird die Höhe des Zylinders festgelegt. Ein Vektor ist dann wiedererkannt, wenn er mit seinen Koordinaten innerhalb eines eingelernten Farbzylinders im Raum liegt und wenn gleichzeitig sein GN Wert innerhalb der entsprechenden Glanztoleranzen liegt.
- s/i M GN:** Entspricht dem CALCULATION MODE X/Y INT GN, wenn X durch s, Y durch i, INT durch M, CTO durch siTO und ITO durch MTO ersetzt wird.
- X/Y/INT GN:** Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün, Blau, Kanal DIR und Kanal DIF die Werte für X, Y, die Farbintensität INT und den Glanz Norm Wert GN berechnet. X, Y und INT legen einen Punkt im dreidimensionalen Farbraum fest. Über die Toleranzeingabe TOL wird eine Kugel mit dem Radius TOL im Farbraum aufgespannt. Ein Vektor ist dann wiedererkannt, wenn er mit seinen Koordinaten innerhalb einer eingelernten Farbkugel im Raum liegt und wenn gleichzeitig sein GN Wert innerhalb der entsprechenden gelernten Glannormtoleranz  $GN \pm GTO$  liegt.
- s/i/M GN:** Entspricht dem CALCULATION MODE X/Y/INT GN, wenn X durch s, Y durch i und INT durch M ersetzt wird.
- X/Y/GN INT:** Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün, Blau, Kanal DIR und Kanal DIF die Werte für X, Y, die Farbintensität INT und den Glanz Norm Wert GN berechnet. X, Y und GN legen einen Punkt im dreidimensionalen Raum fest. Über die Toleranzeingabe TOL wird eine Kugel mit dem Radius TOL im Raum aufgespannt. Ein Vektor ist dann wiedererkannt, wenn er mit seinen Koordinaten innerhalb einer eingelernten Kugel im Raum liegt und wenn gleichzeitig sein INT Wert innerhalb der entsprechenden gelernten Intensitätstoleranz  $INT \pm ITO$  liegt.
- s/i/GN M:** Entspricht dem CALCULATION MODE X/Y/GN INT, wenn X durch s, Y durch i, INT durch M, und ITO durch MTO ersetzt wird.
- X/Y/INT/GN:** Zur Auswertung werden aus den einzelnen Anteilen von Rot, Grün, Blau, Kanal DIR und Kanal DIF die Werte für X, Y, die Farbintensität INT und den Glanz Norm Wert GN berechnet. Diese Werte legen einen vierdimensionalen Punkt fest. Ein Vektor ist dann wiedererkannt, wenn er mit seinen Koordinaten innerhalb dieses Punktes, mit entsprechender Toleranz TOL, liegt.
- s/i/M/GN:** Entspricht dem CALCULATION MODE X/Y/INT/GN, wenn X durch s, Y durch i und INT durch M ersetzt wird.

No. VTT VECTOR GROUPS ROWCOLOR

	X	Y	CTO	INT	ITO	GN	GTO	
0	2564	790	200	1631	200	414	200	
1	1457	1753	200	1205	200	486	200	
2	1257	1316	200	1188	200	640	200	
3	1883	1304	200	1440	200	401	200	
4	1	1	1	1	1	1	1	
5	1	1	1	1	1	1	1	
6	1	1	1	1	1	1	1	
7	1	1	1	1	1	1	1	

**VECTOR TEACH TABLE:**

Durch Anklicken der Schalterstellung 0 am PARA Schalter (MEM Funktionsfeld) öffnet sich nebenstehende Vektor-Lern-Tabelle (VECTOR TEACH TABLE). Aus der Vektor-Lern-Tabelle können die aktuell eingestellten Parameter entnommen werden. Nach Doppelklick des jeweiligen Feldes mit der linken Maustaste (oder durch Drücken von F2) können die Vorgabewerte durch Zahlenwerteingabe mit der PC-Tastatur verändert werden. Die VECTOR TEACH TABLE ist zeilenweise organisiert, d.h. die einzelnen Parameter für die Lernvektoren befinden sich nebeneinander in der jeweiligen Zeile. Der SI-COLO-GD Sensor kann bis zu 31 Lernvektoren kontrollieren. Die Nummer des jeweiligen Lernvektors wird in der linken Spalte der Tabelle angezeigt

No.:  Inc

- No.:** Nach Drücken von TEACH DATA TO werden die aktuell angezeigten Daten für X, Y, INT, GN bzw. s, i, M, GN in die unter No.: ausgewählte Zeile der VECTOR TEACH TABLE übertragen.  
Mit No.: wählt man auch aus, welches INT- bzw. M-Toleranzfenster in den jeweiligen Graphen für die Intensität bzw. M angezeigt wird. Dasselbe gilt für GN.
- Inc:** Wenn Inc aktiviert ist und die TEACH DATA TO Taste gedrückt wird, erfolgt eine automatische Inkrementierung (Erhöhung) des Eingabefeldes No.: um 1, d.h. die nächste Zeile in der VECTOR TEACH TABLE wird ausgewählt.

**Parametrisierung**

TEACH DATA TO

**TEACH DATA TO:**

Nach Anklicken dieser Taste wird ein automatischer Lernvorgang durchgeführt. Die aktuellen Messwerte werden als Lernwerte definiert. Die Lernwerte werden dem im Funktionsfeld No.: angewählten Lernvektor zugeordnet. Die eingelernten Vektoren werden erst nach Drücken von SEND dem Sensor übertragen und somit aktiviert.

TEACH MEAN VALUES

**TEACH MEAN VALUES**

Das Teach Panel kann in jedem EVALUATION und CALCULATION MODE verwendet werden.

APPLY FROM ALL

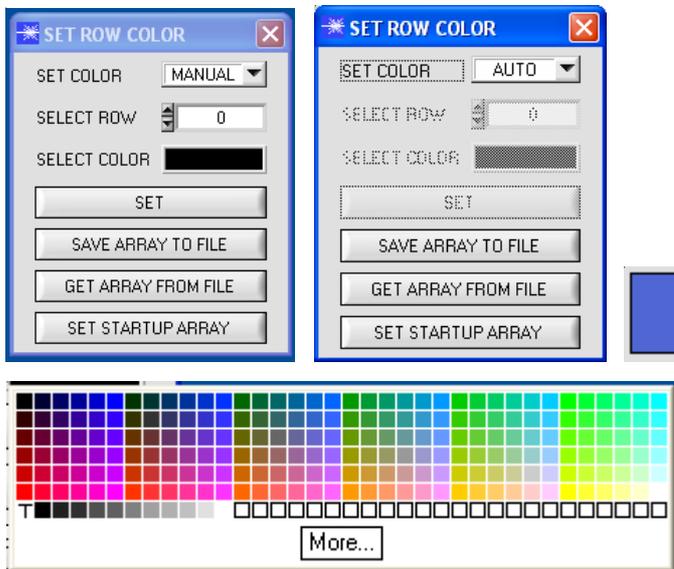
**APPLY FROM ALL:**

Ist unter SOURCE X/Y bzw. s/i ausgewählt, dann werden durch Anklicken dieser Taste alle in der VECTOR TEACH TABLE eingetragenen Lernfarben mit dem dazugehörigen "Toleranz-Kreis" (Radius=CTO bzw. siTO) im Farbdreieck angezeigt.

RESET TABLE

**RESET TABLE:**

Durch Betätigen dieser Taste wird die VECTOR TEACH TABLE zurückgesetzt (RESET-Wert = 1).



**ROWCOLOR:**

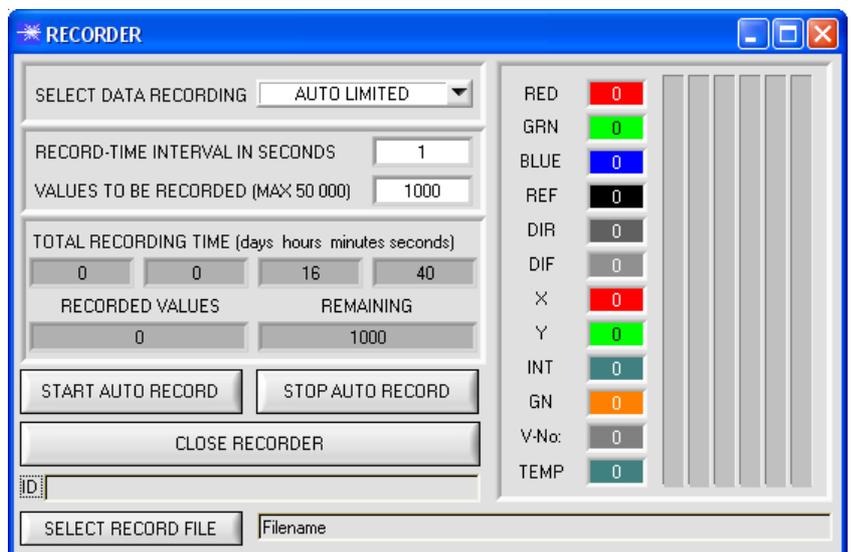
Durch Drücken von ROWCOLOR wird ein Panel geöffnet, das es ermöglicht, die Zeilenfarbe mit der die einzelnen Toleranzkreise dargestellt werden selber auszuwählen, oder diese anhand der vom System detektierten Farbe automatisch zu setzen. Steht SET COLOR auf MANUAL stellt man unter SELECT ROW ein, welche Zeilenfarbe geändert werden soll. Nach Anklicken der farbigen Fläche von SELECT COLOR öffnet sich eine Farbpalette, in der man die gewünschte Farbe auswählen kann. Nach Drücken von SET wird die Farbe in der 6. Spalte und der ausgewählten Zeile der VECTOR TEACH TABLE zur Anzeige gebracht. Steht SET COLOR auf AUTO, so errechnet sich das System die entsprechende Zeilenfarbe selbst, zeigt diese in einem Farb-Display Fenster neben dem Graphen an und setzt nach drücken von TEACH DATA TO diese automatisch in der entsprechenden Zeile. Die Funktionen SAVE ARRAY TO FILE und GET ARRAY FROM FILE ermöglichen es, bestimmte Farb-Arrays auf der Festplatte zu speichern bzw. gespeicherte Farb-Arrays einzulesen. Mit Hilfe von SET STARTUP ARRAY kann man einen selektiven Pfad eines bestehenden ARRAY's auswählen. Bei einem Neustart der Software wird automatisch das entsprechende ARRAY geladen und in der VECTOR TEACH TABLE zur Anzeige gebracht.

**RECORDER**

**Funktion des Datenrekorders (RECORDER)**

Die SI-COLO-GD-Scope Software beinhaltet einen Datenrekorder, welcher es erlaubt ROT, GRÜN, BLAU, REF, DIR, DIF, X, Y, INT, GN, V-No: und TEMP abzuspeichern. Das aufgezeichnete File wird auf der Festplatte des PC abgespeichert und kann anschließend mit einem Tabellenkalkulationsprogramm ausgewertet werden.

Das erzeugte File hat 14 Spalten und so viele Zeilen, wie Datenframes aufgezeichnet worden sind.

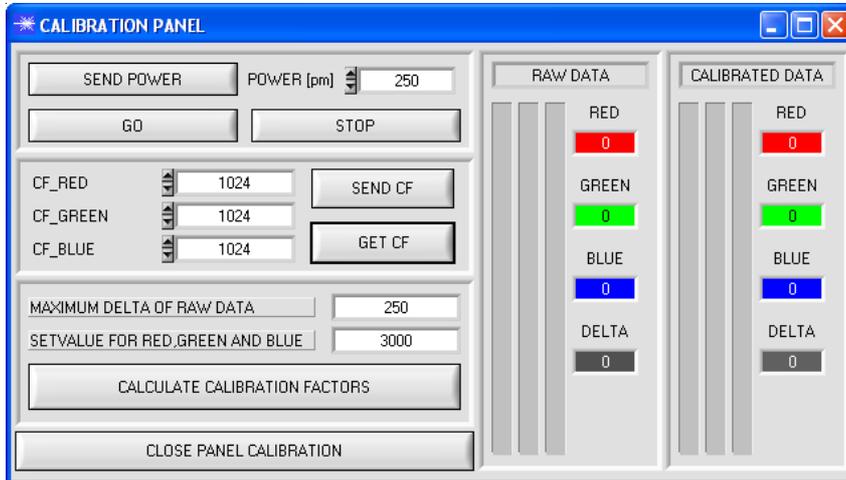




## Kalibrierung

### Kalibrierung oder Weißlichtabgleich

Die Sensoren können bezüglich ihrer Farberkennung kalibriert werden. Der Abgleich kann dabei auf eine beliebige weiße Oberfläche erfolgen. Alternativ dazu ist eine ColorChecker™ Tabelle erhältlich. Diese verfügt über 24 Farbfelder nach der CIE-NORM. Der Weißlichtabgleich bzw. die Kalibrierung kann auf eines der weißen Felder erfolgen. ACHTUNG: Nach einem Firmwareupdate muss der Weißlichtabgleich durchgeführt werden.

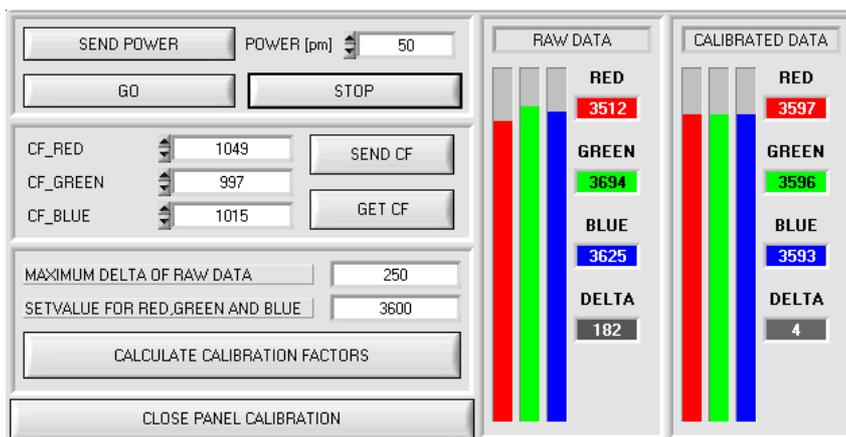


Rechenbeispiel zur Bestimmung der Kalibrierungsfaktoren:

Wie Sie am Beispiel der unteren Graphik sehen, wurde ein POWER-Wert eingestellt, bei dem sich die drei Balken der Rohsignale im Dynamikbereich befinden. Jeder der drei Balken liegt bei ca. 3600 Digits. Bestimmen Sie nun einen Sollwert von 3600 (siehe SETVALUE) für die drei Balken. Nachdem durch Drücken von CALCULATE CALIBRATION FACTORS die Kalibrierung gestartet wurde, berechnet die Software automatisch die Kalibrierungsfaktoren für Kanal RED, Kanal GREEN und Kanal BLUE. Die Kalibrierungsfaktoren werden als Ganzzahl auf den Wert 1024 normiert.

Formel:

$$\begin{aligned} \text{CF\_RED} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA RED}) * 1024 = (3600 / 3512) * 1024 = 1049 \\ \text{CF\_GREEN} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA GREEN}) * 1024 = (3600 / 3694) * 1024 = 997 \\ \text{CF\_BLUE} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA BLUE}) * 1024 = (3600 / 3625) * 1024 = 1015 \end{aligned}$$



Nachdem die Kalibrierungsfaktoren von der Software auf der Benutzeroberfläche berechnet worden sind, werden sie automatisch in dem nicht-flüchtigen Speicher EEPROM des Sensors abgelegt. Die Kalibrierung ist somit beendet und es kann im Hauptpanel weitergearbeitet werden.

Detektiert der Sensor ein Rohsignal, dann beaufschlägt er dieses Rohsignal mit dem im EEPROM abgespeicherten Kalibrierungsfaktor nach folgender Formel:

$$\begin{aligned} \text{CALIBRATED RED} &= (\text{RAW DATA RED} * \text{CF\_RED}) / 1024 = (3512 * 1049) / 1024 = 3597 \\ \text{CALIBRATED GREEN} &= (\text{RAW DATA GREEN} * \text{CF\_GREEN}) / 1024 = (3694 * 997) / 1024 = 3596 \\ \text{CALIBRATED BLUE} &= (\text{RAW DATA BLUE} * \text{CF\_BLUE}) / 1024 = (3625 * 1015) / 1024 = 3593 \end{aligned}$$

D.h., Hauptpanel kommen nur die kalibrierten Daten für die Kanäle RED, GREEN und BLUE zur Anzeige. Die Auswertung von Seiten des Microcontrollers erfolgt auch ausschließlich mit den kalibrierten Daten.

# SI-COLO-GD Series

## ▶ SI-COLO-GD-40

- Relative gloss detection (direct/diffuse)
- 3-color filter detector
- Measuring range typ. 35 mm ... 45 mm
- Up to 31 color/gloss values can be stored
- RS232 interface (USB adapter available optionally)
- 8x white-light LED, 30 kHz modulated, insensitive to outside light
- Detection of color, shades of grey and gloss
- Brightness correction can be activated
- Several TEACH possibilities (via PC, PLC, or teach button)
- Various evaluation algorithms can be activated
- Switching state indication by means of 5 yellow LEDs
- Averaging can be activated (from 1 up to more than 32000 Werte,
- RS232/Ethernet converter available as an accessory

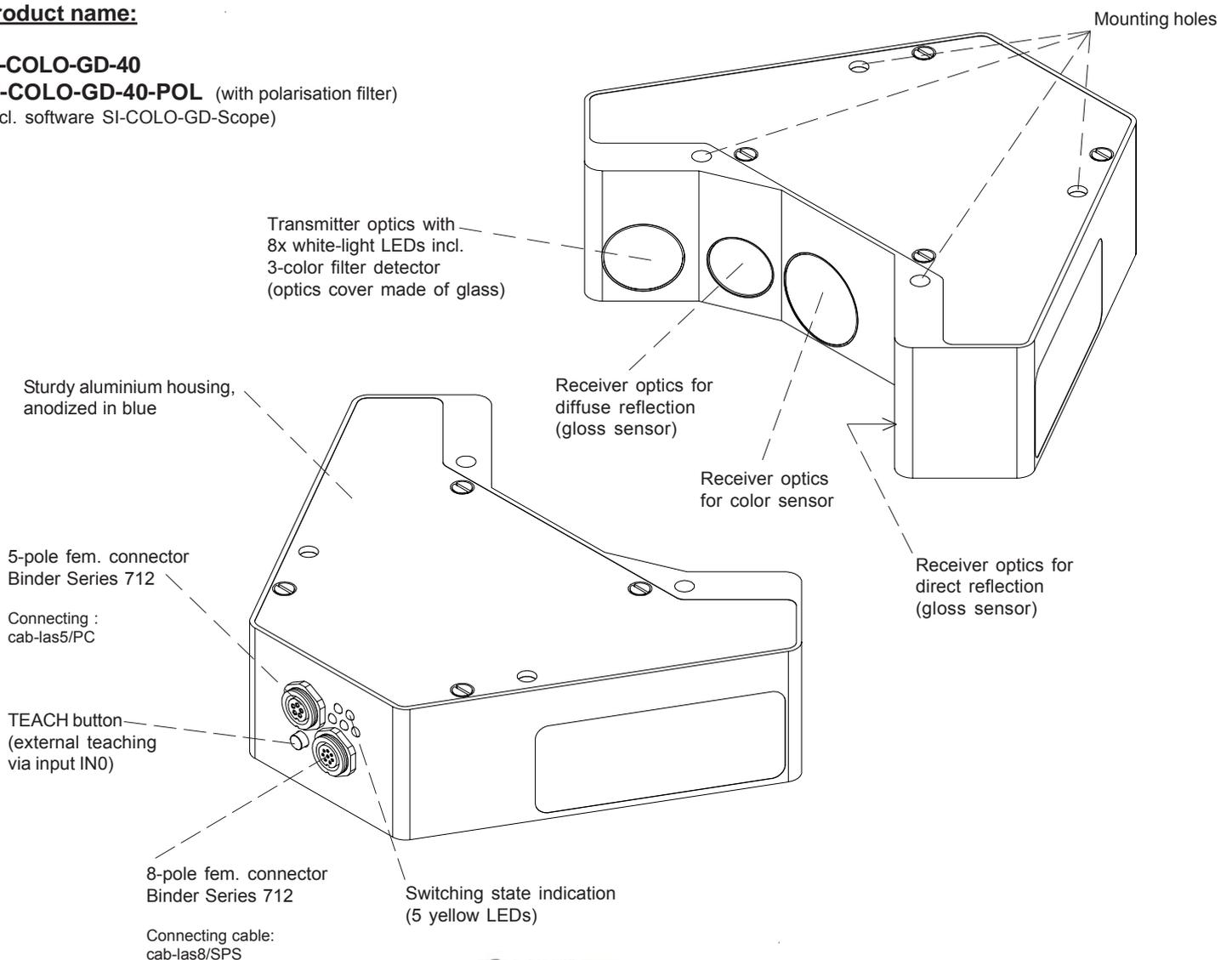


## Design

### Product name:

#### SI-COLO-GD-40

**SI-COLO-GD-40-POL** (with polarisation filter)  
(incl. software SI-COLO-GD-Scope)

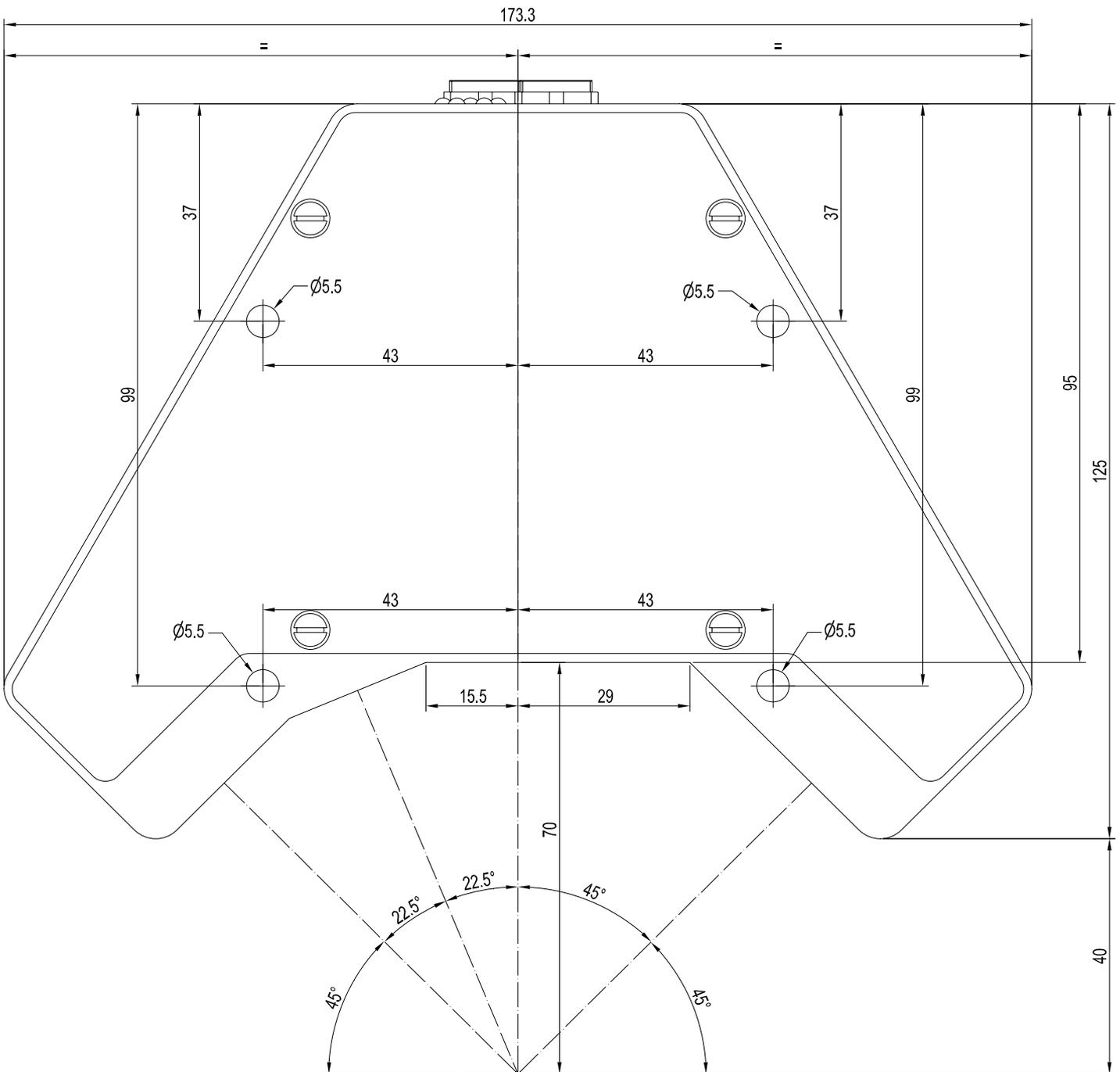
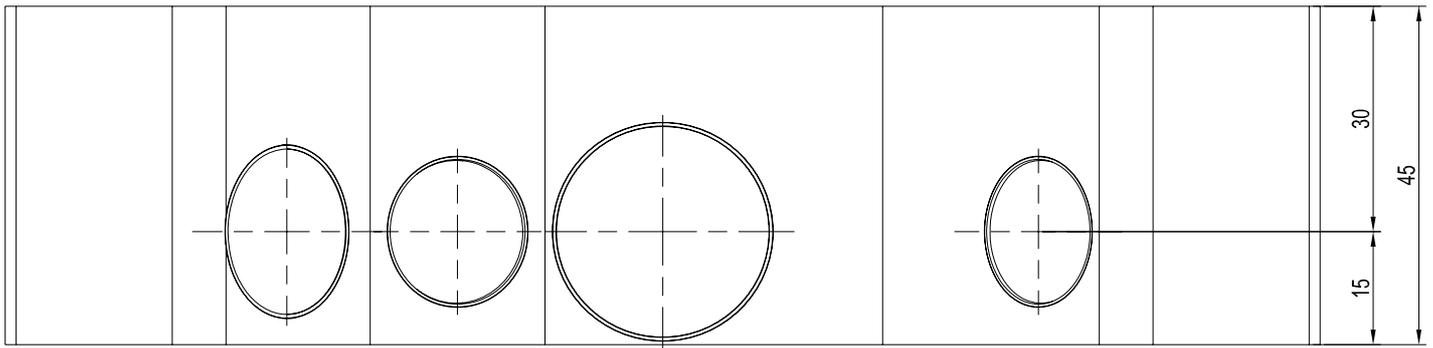




**Technical Data**

Model	SI-COLO-GD-40
Light source	8x white-light LED, modulated 30 kHz
Object distance	typ. 35 mm ... 45 mm
Detection range (half intensity width)	typ. 20 x 30 mm at a distance of 40 mm
Reproducibility	in the x,y color range each 1 digit at 12-Bit-A/D conversion
Receiver	3-color filter detector, 2 photo detectors (gloss)
Alternating light operation	30 kHz
Ambient light	up to 5000 Lux
Enclosure rating	Electronics IP64, optics IP 67
Current consumption	typ. 320 mA
Interface	RS232, parameterisable under Windows®
Type of connector	Connection to PLC: 8-pole circular fem. connector Binder series 712 Connection to PC: 5-pole fem. connector Binder series 712
EMC test acc. too	DIN EN 60947-5-2
Housing material	Aluminium, anodized in blue
Operating temperature range	-20°C ... +55°C
Storage temperature range	-20°C ... +85°C
Pulse lengthening	adjustable under Windows® 0 ms ... 100 ms
Max. switching current	100 mA, short-circuit proof
Switching frequency	max. 1 kHz (depends on number of colors to be taught and setting of AVERAGE)
Outputs	5 digital outputs: OUT 0 ... OUT 4 (0V/+Ub), short-circuit proof, 100 mA max. switching current npn-/pnp-able (bright-/dark-switching, can be switched over via software)
Averaging	over max. 32768 values
Voltage supply	+24VDC (± 10%), reverse-polarity proof, overload-protected
Switching state indication	Visualization by means of 5 yellow LEDs
Color memory capacity	non-volatile EEPROM with parameter sets for max. 31 colors
TEACH button	for external teaching of color/gloss references via input IN0
Temperature drift	temperature compensated

Dimensions



All dimensions in mm

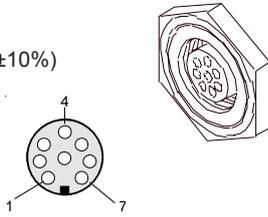
**Connector Assignment**

**Connection to PLC:**

**8-pole fem. connector Binder series 712**

Pin: Color: Assignment:

1	white	GND (0V)
2	brown	+24VDC (±10%)
3	green	IN0
4	yellow	OUT0
5	grey	OUT1
6	pink	OUT2
7	blue	OUT3
8	red	OUT4

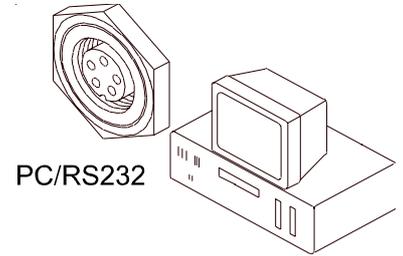
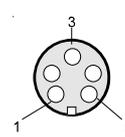


**Connection to PC:**

**5-pole fem. connector Binder series 712**

Pin: Assignment:

1	GND (0V)
2	TX0
3	RX0
4	not connected
5	not connected

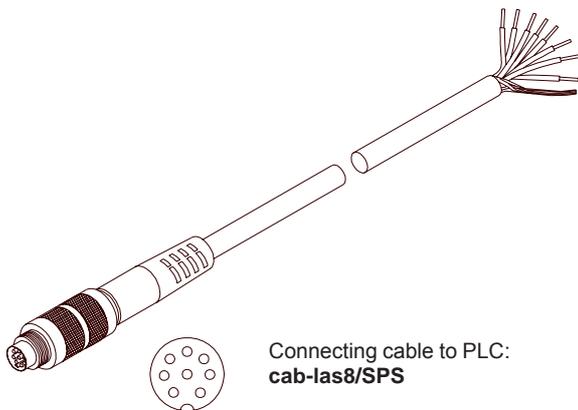


PC/RS232

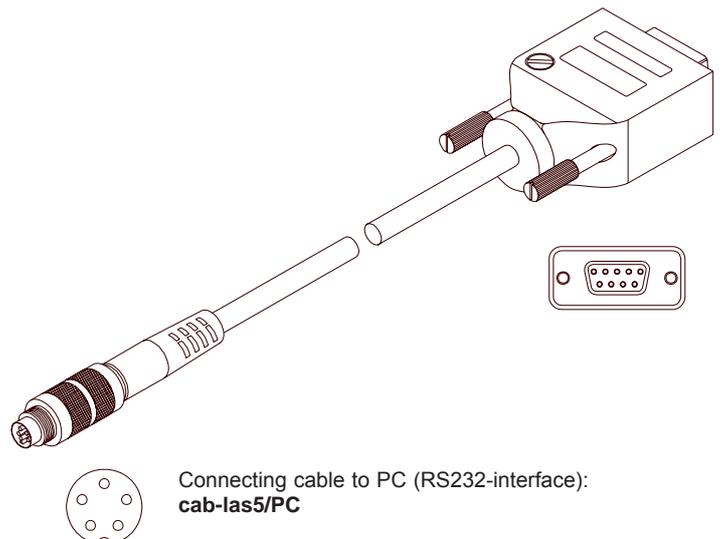
**Connecting cables**

**Connecting cables:**

**cab-las8/SPS** Length: 2m Outer jacket: PUR  
**cab-las5/PC** Length: 2m Outer jacket: PUR



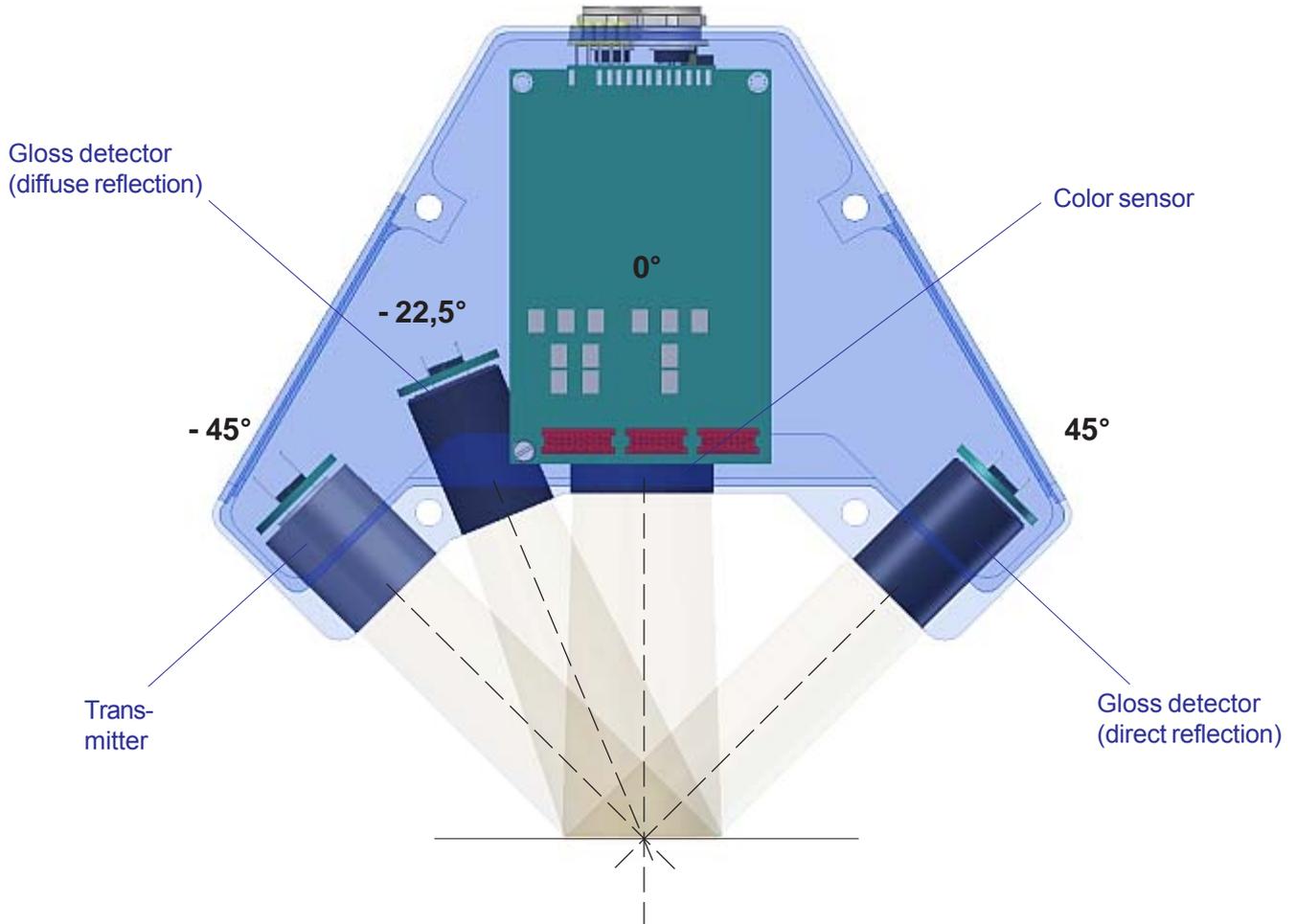
Connecting cable to PLC:  
**cab-las8/SPS**



Connecting cable to PC (RS232-interface):  
**cab-las5/PC**

**Measuring Principle****Measuring principle:**

Modulated white-light (collimated) is directed under an angle of  $-45^\circ$  onto a surface to be checked. Through an optical receiver unit part and a photo diode the direct reflection is then measured under an angle of  $+45^\circ$ . The diffuse reflection is measured under an angle of  $-22,5^\circ$  while color measurement is done under  $0^\circ$ .



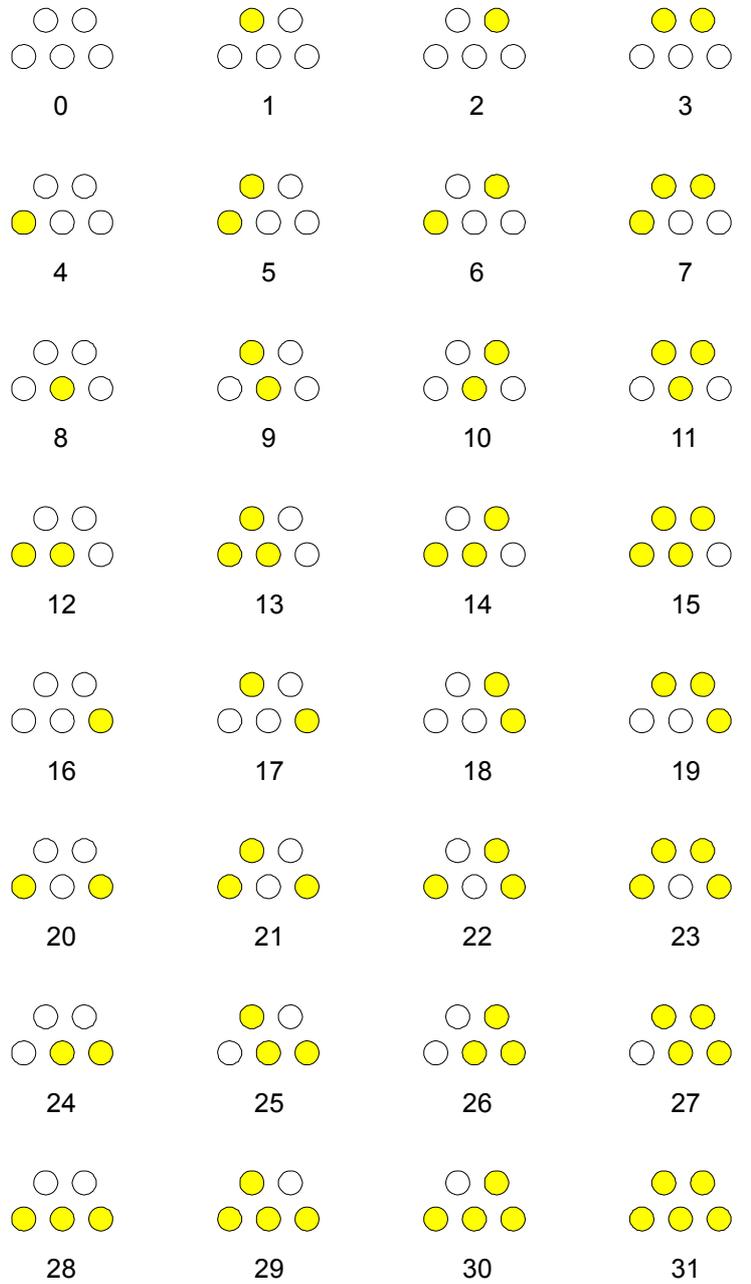
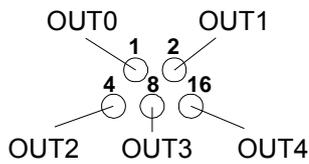
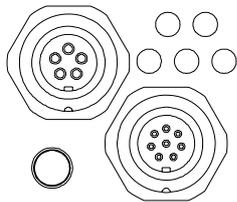


LED Display

**Visualization of the color/gloss code:**

The color/gloss code is visualized by means of 5 yellow LEDs at the housing of the color/gloss sensor. At the same time the color code indicated at the LED display is output as 5-bit binary information at the digital outputs OUT0 ... OUT4 of the 8-pole PLC connector.

In the DIRECT mode the maximum number of teach vectors to be taught is 5. These 5 teach vectors can be directly output at the 5 digital outputs. The respective detected color/gloss code is displayed by means of the 5 yellow LEDs at the color/gloss sensor housing.



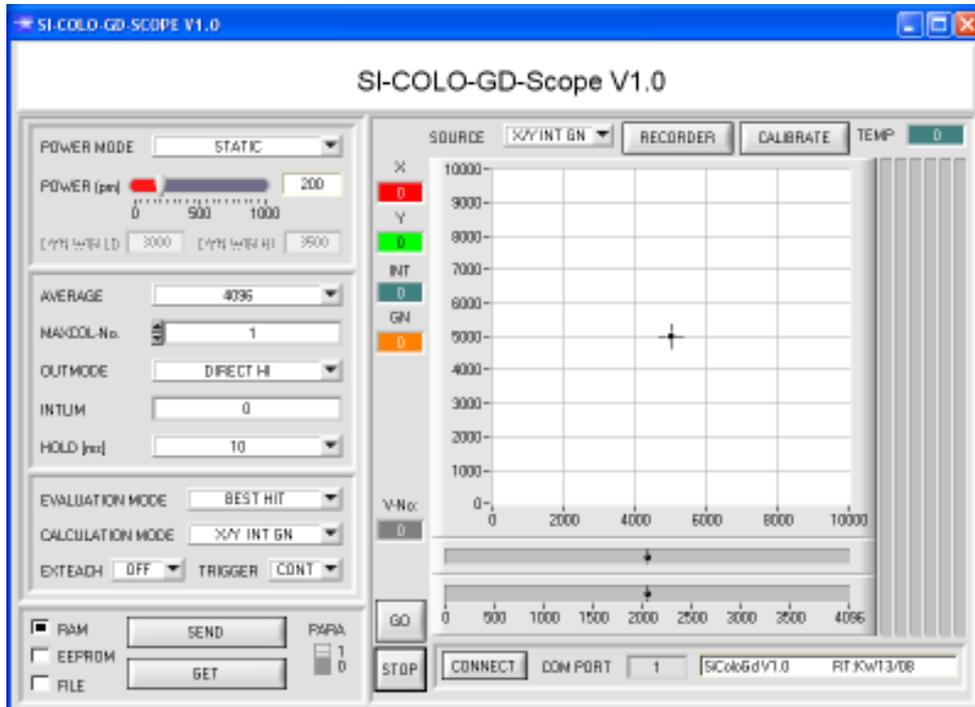
„Error“ or „not detected“



**Parameterization**

**Windows® user interface:**

The Windows® user interface facilitates the teach-in process at the color sensor and supports the operator in the task of adjustment and commissioning of the color sensor.



The color sensor is parameterized under Windows® with the SI-COLO-GD-Scope software.

The RS232 interface is used for setting parameters such as:

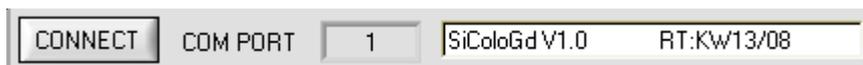
- Averaging over a maximum of 32768 values
- Number of colors to be checked
- Light power of the white-light LED
- Automatic light power control ON/OFF
- Pulse lengthening up to 100ms max.
- External or continuous trigger
- Minimum intensity required for color evaluation

Under Windows® representation of the color value on a PC in numeric form and in a color chart, and representation of RGB values in a time chart.

In addition the current RGB values are displayed as a bar chart.

**Functions of the individual SI-COLO-GD-Scope control elements:**

The Windows® user interface facilitates the teach-in process at the color sensor and supports the operator in the task of adjustment and commissioning of the color sensor.

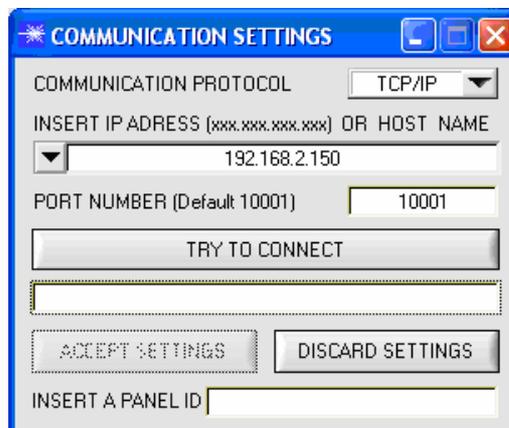
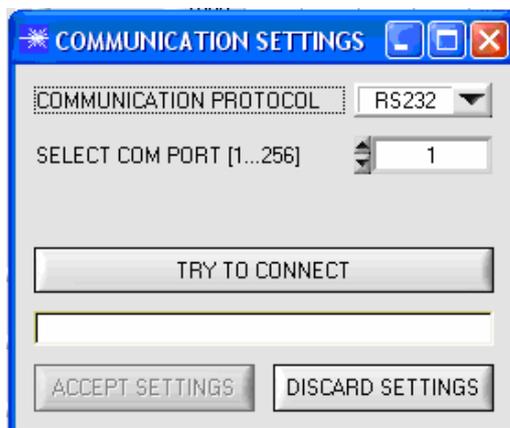


The SI-COLO-GD-Scope software starts with the standard configuration COM1 and the respective communication status.



**CONNECT:**

Pressing the CONNECT button opens a window for selecting and configuring the interface. The currently set connection type is displayed beside the CONNECT button.



The COMMUNICATION PROTOCOL function field is used for selecting either an RS232 or a TCP/IP protocol.

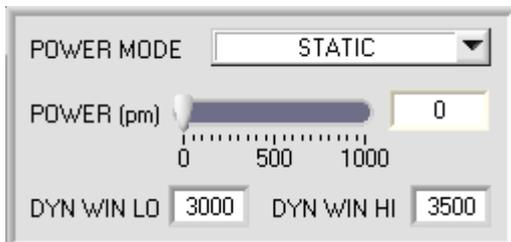
If RS232 is selected, a port from 1 to 256 can be selected with SELECT COM PORT, depending on which port the sensor is connected to.

If the sensor should communicate through a local area network, an RS232 to Ethernet adaptor will be needed. This adaptor makes it possible to establish a connection to the sensor with the TCP/IP protocol.



**Parameterisation**
**Parameter setting:**

Among others, the following parameters can be set:


**POWER MODE:**

In this function field the operating mode of automatic power correction at the transmitter unit (transmitter LED) can be set.

**STATIC:** The LED transmitter power is constantly kept at the value set with the POWER slider (recommended operation mode).

**DYNAMIC:** The LED transmitter power is dynamically controlled in accordance with the amount of radiation that is diffusely reflected from the object. By using the intensities measured at the receivers the automatic control circuit attempts to adjust the transmitter power in such a way that the dynamic range, which is determined by DYN WIN LO and DYN WIN HI, is not exceeded.

**POWER [pm]:** In this function field the intensity of the transmitter LED can be adjusted by using the slider or by entering a value in the edit box. A value of 1000 means full intensity at the transmitter LED, a value of 0 stands for the lowest transmitter intensity adjustment!


**AVERAGE:**

This function field is used for adjusting the number of scanning values (measurement values) over which the raw signal measured at the receiver is averaged. A higher AVERAGE default value reduces noise of the raw signals at the receiver unit and there will be a decrease of the maximal available switching frequency of the SI-COLO-GD color sensor.


**TRIGGER:**

This function field serves for setting the trigger mode at the SI-COLO-GD sensor.

**CONT:** Continuous detection (no trigger event required).

**SELF:** By selecting SELF the sensor can be operated in self-trigger mode. The "free status" must be taught to row 0. With a split optical fibre in transmitted-light operation the free status, for example, is the uncovered status. In reflected-light operation the free status is the status when there is no part. Detection is started when row 0 is no longer detected (self-trigger). After the trigger, i.e. when vector 0 is detected again, the vector from the taught vectors will be output that was detected most frequently during triggering.

**EXT1:** Detection is started through the external trigger input (IN0 pin3 green of cable cab-las8/SPS) or by means of a click on the TEACH button. A trigger event is recognized as long as +24V is present at the IN0 input (HIGH-active). After the trigger input goes to LOW again, the state (color no.) that was last detected will be held at the outputs.

**EXT2:** Same behaviour as in EXT1 mode, with the difference that an error state (color no. = 255) will be output after the trigger input goes to LOW again.

**EXT3:** Detection is started through the external trigger input (IN0 Pin3 grn at cable cab-las8/SPS) or by pressing the TEACH button. After triggering the vector from the taught vectors will be output that was detected most frequently during triggering.


**INTLIM:**

This edit box is used for setting an intensity limit. Color evaluation is stopped, if the current intensity INT arriving at the receiver unit falls below this limit, and ERROR STATE is output.


**EXTEACH:**

In all the evaluation modes teaching of a color can be performed externally through IN0 or by means of the button at the sensor housing.

**OFF:** The external TEACH feature is deactivated.

**STAT1:** In static power mode, a color is taught to position 0 in the COLOR TEACH TABLE.

The POWER MODE is automatically set to STATIC. A fixed transmitter power must be set with the POWER slider. When the button at the sensor housing is pressed, or after a positive signal (+24V) at input IN0, the current color is taught to row 0.

**DYN1:** In dynamic power mode, a color is taught to position 0 in the COLOR TEACH TABLE, and evaluation is then performed statically. The POWER MODE is automatically set to STATIC. When the button at the sensor housing is pressed, or after a positive signal (+24V) at input IN0, the transmitter power is set such that the sensor is in the dynamic range, which is defined by DYN WIN LO and DYN WIN HI. The current color is then taught to position 0 in the COLOR TEACH TABLE. The sensor then continues to operate statically with the established POWER value.



**Parameterisation**

MAXCOL-No.

PARA  1  0

**TEACH PROCESS WITH EXTEACH=ON:**

Through IN0 or by way of the button at the sensor housing, the sensor can be taught up to 31 colors.

Select the EXTERN TEACH = ON function. Select how many colors you wish to teach externally. Click on the „0“ field in the PARA switch to change to the COLOR TEACH TABLE. Then enter the corresponding tolerances for the colors you want to teach.

OUTMODE

**OUTMODE:**

This group of buttons offers the method of how to control the 5 digital outputs.

**BINARY:** If in this row-by-row comparison the current vector values correspond with the teach-in parameters entered in the VECTOR TEACH TABLE, this vector in the VECTOR TEACH TABLE is displayed as a vector number (V-No.) and is sent to the digital outputs (OUT0 ... OUT4) as a bit pattern. The maximum number of vectors to be taught is 31.

**DIRECT:** In this mode the maximum number of vectors to be taught is 5.

If in this row-by-row comparison the current vector values correspond with the teach-in parameters entered in the VECTOR TEACH TABLE, this vector in the VECTOR TEACH TABLE is displayed as a vector number (V-No.) and is sent direct to the digital outputs (OUT0 ... OUT4).

**DIRECT HI:** If DIRECT HI is activated, the special digital output is set to HI. If the current vector does not correspond with any of the teach-in vector, all digital outputs are set to LOW (no LED is lighting).

**DIRECT LO:** If DIRECT LO is activated, the special digital output is set to LO, while the other ones are set to HI. If the current vector does not correspond with any of the teach-in vectors, all digital outputs are set to HIGH (all LEDs are lighting).

EVALUATION MODE

- ✓ FIRST HIT
- BEST HIT
- MIN DIST
- VECTOR 5

**EVALUATION MODE:**

This function field serves for setting the evaluation mode at the SI-COLO-GD sensor:

**FIRST HIT:** The currently measured vector values are compared with the default values in the VECTOR TEACH TABLE, starting with teach-vector 0. If in the row-by-row comparison the current vector values correspond with the teach-parameters entered in the VECTOR TEACH TABLE, this first "hit" in the VECTOR TEACH TABLE is displayed as a vector number (V-No.) and is output at the digital outputs (OUT0 ... OUT4) according to the settings of the OUTMODE parameter (see OUTMODE). If the current vector does not correspond with any of the teach-in vectors, the vector code V-No. = 255 will be set ("error status").

**BEST HIT:** The currently measured vector values are compared with the default values in the VECTOR TEACH TABLE, starting with teach-vector 0. If in the row-by-row comparison the current vector values correspond with several of the teach parameters entered in the vector table, the teach parameter that has the shortest x/y distance from the current vector value will be a hit.

This "hit" in the VECTOR TEACH TABLE is displayed as a vector number (V-No.) and is output at the digital outputs (OUT0 ... OUT4) according to the settings of the OUTMODE parameter (see OUTMODE). If the current vector does not correspond with any of the teach-in vectors, the vector code V-No. = 255 will be set ("error status").

**MIN DIST:** The individual teach-in vectors defined in the VECTOR TEACH TABLE are present as points in the color triangle, defined by their (X,Y) value pairs. When this evaluation mode is set at the SI-COLO-GD sensor, the evaluation algorithm, starting from the currently measured color value (X,Y), calculates the distance to the individual teach-in vectors in the color triangle. The current color value (X,Y) is assigned to the teach-in vector that is closest in the color triangle. It is furthermore checked whether the intensity condition and the gloss condition for this vector also are true. If intensity condition and gloss condition are not true, the second shortest distance will be checked, etc. The vector detected this way is output at the digital outputs (OUT0 ... OUT4) according to the settings of the OUTMODE parameter (see OUTMODE). V-No. will only be set to 255, if the current intensity falls below the value set under INTLIM (see INTLIM).

**VECTOR5:** In this evaluation mode the rows 0 to 4 in the VECTOR TEACH TABLE are evaluated. Every match of current vector and teach vector (row number) is directly sent to the corresponding output.

Parameterisation

HOLD [ms]

**HOLD:**

The SI-COLO-GD sensor operates with minimum scanning times in the magnitude of less than 150µs. This is why most of the PLCs that are connected to the digital outputs OUT0 ... OUT4 have difficulties with the safe detection of the resulting short switching state changes. For the digital outputs of the SI-COLO-GD sensor pulse lengthening of up to 100 ms can be set by selecting the corresponding HOLD value.

No. VTT	VECTOR GROUPS			ROWCOLOR			
	X	Y	INT	ITO	GN	GTO	
0	1997	1157	40	2783	200	422	200

**COLOR GROUPS:**

It is possible to form vector groups in evaluation modes FIRST HIT, BEST HIT, and MIN DIST. This means that in a special table the individual rows are assigned to a group.

CALCULATION MODE

**CALCULATION MODE:**

- X/Y INT GN:** From the individual components of red, green, blue, DIR channel and DIF channel, the X/Y pairs, the color intensity INT, and the gloss norm value GN are calculated for evaluation. For X/Y a color tolerance CTO, for INT an intensity tolerance ITO, and for GN a gloss tolerance GTO can be set. Based on the individual tolerances the vector can be visualised as a color cylinder in space that is defined by X/Y and INT (see picture below). CTO defines the diameter, and ITO defines the height of the cylinder. A vector is recognised if its coordinates lie within the taught color cylinder in space, and if at the same time its GN value lies within the corresponding gloss tolerances.
- s/i M GN:** Corresponds with the CALCULATION MODE X/Y INT GN, if X is replaced by s, Y is replaced by i, INT is replaced by M, CTO is replaced by siTO, and ITO is replaced by MTO.
- X/Y/INT GN:** From the individual components of red, green, blue, DIR channel and DIF channel, the values for X, Y, the color tolerance INT, and the gloss norm value GN are calculated for evaluation. X, Y and INT define a point in the three-dimensional color space. The tolerance input TOL forms a sphere with radius TOL in the color space. A vector is recognised if its coordinates lie within the taught color sphere in space, and if at the same time its GN value lies within the corresponding taught gloss norm tolerance  $GN \pm GTO$ .
- s/i/M GN:** Corresponds with the CALCULATION MODE X/Y/INT GN, if X is replaced by s, Y is replaced by i, and INT is replaced by M.
- X/Y/GN INT:** From the individual components of red, green, blue, DIR channel and DIF channel, the values for X, Y, the color tolerance INT, and the gloss norm value GN are calculated for evaluation. X, Y and GN define a point in three-dimensional space. The tolerance input TOL forms a sphere with radius TOL in space (see picture below). A vector is recognised if its coordinates lie within the taught sphere in space, and if at the same time its INT value lies within the corresponding taught intensity tolerance  $INT \pm ITO$ .
- s/i/GN M:** Corresponds with the CALCULATION MODE X/Y/GN INT, if X is replaced by s, Y is replaced by i, INT is replaced by M, and ITO is replaced by MTO.
- X/Y/INT/GN:** From the individual components of red, green, blue, DIR channel and DIF channel, the values for X, Y, the color intensity INT, and the gloss norm value GN are calculated for evaluation. These values define a four-dimensional point. A vector is recognised if its coordinates lie within this point with a corresponding tolerance TOL.
- s/i/M/GN:** Corresponds with the CALCULATION MODE X/Y/INT/GN, if X is replaced by s, Y is replaced by i, and INT is replaced by M.

No. VTT	VECTOR GROUPS			ROWCOLOR			
	X	Y	CTO	INT	ITO	GN	GTO
0	2564	790	200	1631	200	414	200
1	1457	1753	200	1205	200	486	200
2	1257	1316	200	1188	200	640	200
3	1883	1304	200	1440	200	401	200
4	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1

**VECTOR TEACH TABLE:**

A click on switch position 0 of the PARA switch (MEM function field) opens the VECTOR TEACH TABLE shown here. The VECTOR TEACH TABLE shows the currently set parameters. After a left mouse button double click (or a click on shortcut key button F2) on the respective field the default values can be changed by entering numerical values with the PC keyboard. The VECTOR TEACH TABLE is organized in rows, i.e. the individual parameters for the teach-in vectors are arranged side by side in the respective row. The SI-COLO-GD sensor is able to check up to 31 teach-in vectors. The number of the respective teach-in vector is given in the left column of the table.

No.:  Inc

- No.:** When TEACH DATA TO is pressed, the currently displayed data for X, Y, INT, GN or s, i, M, GN are transferred to the row in the VECTOR TEACH TABLE that is selected under No.:. No.: also is used to select which INT or M tolerance window is shown in the respective graphs for the intensity or for M. The same applies to GN.
- Inc:** When Inc is activated, and the TEACH DATA TO button is pressed, the No.: input field is automatically incremented (increased) by 1, i.e. the next row in the VECTOR TEACH TABLE is selected.

**Parameterisation**

TEACH DATA TO

**TEACH DATA TO:**

A click on this button starts an automatic teach-in process. The current measured values are defined as teach-in values. The teach-in values are assigned to the teach-in color selected in the No.: function field. The taught colors are only transferred to the sensor and activated when the SEND button is pressed.

TEACH MEAN VALUES

**TEACH MEAN VALUES**

The Teach Panel can be used in every EVALUATION and CALCULATION MODE.

APPLY FROM ALL

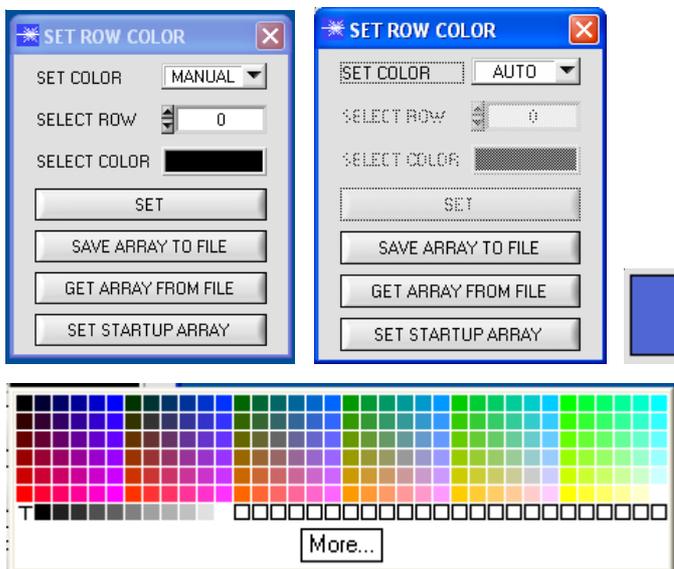
**APPLY FROM ALL:**

If X/Y is selected under SOURCE, a click on this button displays all the teach-in colors entered in the VECTOR TEACH TABLE in the color triangle with the corresponding "tolerance circle" (radius=CTO or siTO).

RESET TABLE

**RESET TABLE:**

A click on this button resets the VECTOR TEACH TABLE (RESET value = 1).



**ROWCOLOR:**

A click on ROW COLOR opens a panel where the row color in which the individual tolerance circuits are represented can be individually chosen or these can be automatically replaced by the color detected by the system. If SET COLOR is set to MANUAL, the row color that should be changed must be set under SELECT ROW.

A click on the colored area of SELECT COLOR opens a color palette where the desired color can be selected.

After a click on the SET button, the color will be displayed in the 6th column and the selected row of the VECTOR TEACH TABLE.

If SET COLOR is set to AUTO, the system will automatically calculate the corresponding row color, display the color in a color display beside the graph and, after a click on TEACH DATA TO, automatically insert it in the corresponding row.

The SAVE ARRAY TO FILE and GET ARRAY FROM FILE functions allow you to save specified color-arrays on the hard disk, or to load previously saved color-arrays.

SET STARTUP ARRAY is used for setting the selected path of an existing ARRAY.

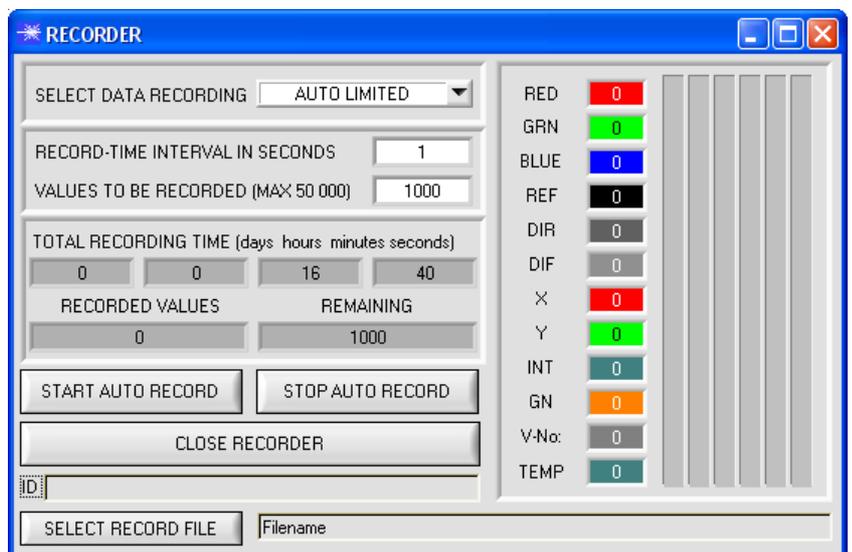
When the software is restarted, the corresponding ARRAY is automatically loaded and displayed in the VECTOR TEACH TABLE.

**RECORDER**

**Function of the data recorder (RECORDER)**

The SI-COLO-GD-Scope software features a data recorder that allows the saving of RED, GREEN, BLUE, REF, DIR, DIF, X, Y, INT, GN, V-No., and TEMP. The recorded file is saved to the hard disk of the PC and can then be evaluated with a spreadsheet program.

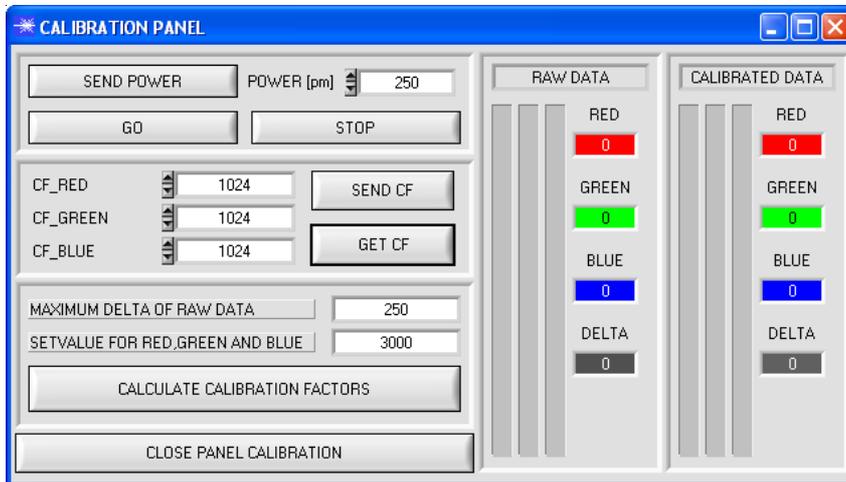
The file that is created has 14 columns and as many rows as data frames were recorded.





**Calibration**
**Calibration or white light balancing**

SI-COLO-GD sensors can be calibrated with respect to their color detection. Balancing can be performed to any white surface. A ColorChecker™ table with 24 color fields according to CIE standard is available as an alternative, and white light balancing or calibration can then be performed to one of the white fields. ATTENTION: White light balancing must be performed after a firmware update.

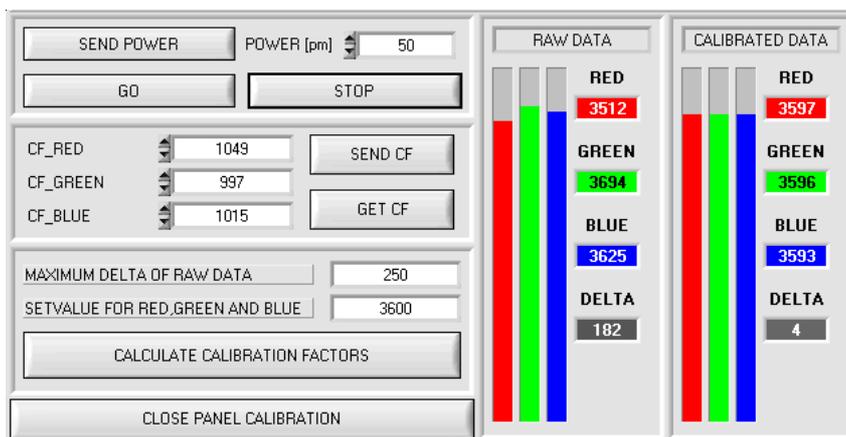


Calculation example for determining the calibration factors:

In the example in the picture below, a POWER value at which the three bars of the raw signals are in the dynamic range has been set. Each of the three bars is at approx. 3600 digits. It is thus appropriate to set a setpoint value of 3600 (see SETVALUE) for the three bars. When calibration is now started by pressing CALCULATE CALIBRATION FACTORS, the software automatically calculates the calibration factors for channel RED, channel GREEN, and channel BLUE. The calibration factors are normalized as integers to the value 1024.

Formula:

$$\begin{aligned} \text{CF\_RED} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA RED}) * 1024 = (3600 / 3512) * 1024 = 1049 \\ \text{CF\_GREEN} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA GREEN}) * 1024 = (3600 / 3694) * 1024 = 997 \\ \text{CF\_BLUE} &= (\text{SETVALUE} / \text{RAW DATA BLUE}) * 1024 = (3600 / 3625) * 1024 = 1015 \end{aligned}$$



When the calibration factors have been calculated by the software on the user interface, they are automatically saved to the non-volatile EEPROM memory of the sensor. Calibration is then finished, work can then be continued in the main panel.

When the sensor detects a raw signal, it applies the calibration factor saved in the EEPROM to this raw signal according to the following formula:

$$\begin{aligned} \text{CALIBRATED RED} &= (\text{RAW DATA RED} * \text{CF\_RED}) / 1024 = (3512 * 1049) / 1024 = 3597 \\ \text{CALIBRATED GREEN} &= (\text{RAW DATA GREEN} * \text{CF\_GREEN}) / 1024 = (3694 * 997) / 1024 = 3596 \\ \text{CALIBRATED BLUE} &= (\text{RAW DATA BLUE} * \text{CF\_BLUE}) / 1024 = (3625 * 1015) / 1024 = 3593 \end{aligned}$$

I.e. in the main panel only the calibrated data for the RED, GREEN, and BLUE channels are displayed. Evaluation by the micro-controller also is exclusively done with the calibrated data.