

# **Anwendungsorientierter Konfigurationsassistent für Farbsensoren**

**Frank Stüpmann, Matthias Moschall,  
Lars Kruse, Stefan Hartmann**

**Silicann System GmbH**

**20. Workshop Farbbildverarbeitung**

**25./26.09.2014  
Wuppertal**

- Familie der perzeptiven Farbsensoren-Eigenschaften + Zubehör
- Farbsensoren - Anspruchsvolle Einsatzbedingungen + Konfiguration
- Wichtigste Punkte, die Farbsensorik beeinflussen
- Sensor Konfigurationsassistent
- Abfragebedingungen im Sensorparameter-Konfigurator
- Beispiel: Erkennen von Fehlstellen auf gemaserten Möbelteilen
- Arbeitsbedingungen und Fragen im Beispiel
- Grenzen und Vorteile des Konfigurators

## Familie der perzeptiven Farbsensoren



Die perzeptiven Farbsensoren der PCS-Serie sehen die Farben wie der Mensch.

# PCS-Series



- PCS-II - weltweit erster perzeptiver Sensor für industrielle Farbprüfung
- PCS-I - weltweit erster perzeptiver Kompaktfarbsensor
- PCS-III - DUAL HEAD für referenzierte oder differenzielle Betriebsart

## Eigenschaften der PCS-Sensoren

- Abbildung des gesamten sichtbaren Farbspektrums
- Fremdlichtkompensation
- automatischer Helligkeitsabgleich
- referenzierte Prüfungen
- verschiedene Farbräume:
  - $L^*a^*b^*$
  - $L^*u^*v^*$
  - $L'u'v'$
  - XYZ
  - XyY
  - L99a99b99



- Lichtleitfasern
  - Farbprüfung auch an schwerer zugänglichen Orten
- Optiken
  - ermöglichen einen auf die jeweilige Applikation angepassten „Messfleck“
  - Spot ( $\leq 1\text{mm}$ ) bis hin zu „Tellergrößen“ Messpunkten (120mm)
  - Runde, ellipsenförmige, stabförmige Formen der Messflecke
- Zusatzgeräte
  - Control-Box und Breakout-Box – Softwarelose Parametrierung perzeptiver Farbsensoren

## ● Perceptive Color Sensors

### TYPICAL APPLICATIONS

FOOD



SORTING



PACKAGING



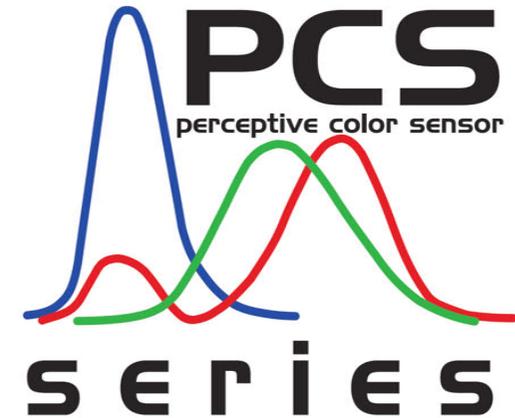
PHARMA



PRINTING



SURFACE



- Produktionsprozesse in Industrie werden immer komplexer
- Anforderungen an Sensoren und Techniker steigen ständig
- Personenkreis, der Zugang zu den Sensoren hat, vergrößert sich
- durch steigende Produktivität – Einsparpotenziale gesucht
- Farbsensoren - beratungsintensive Produkte



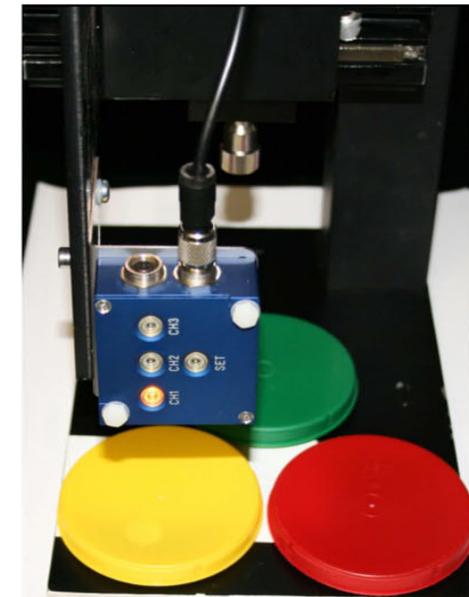
## Kundenspezifische Konfiguration von Farbsensoren

- kundenspezifische Konfiguration von Standardsensoren
- Sensorparameter für Einsatz per SW optimal konfiguriert  
→ Parametriersoftware wird immer komplexer
- Aber: Zeit für Kalibration, Einstellung und Parametrierung sinkt



**Bedienerfreundlichkeit wird zur Schlüsseleigenschaft**

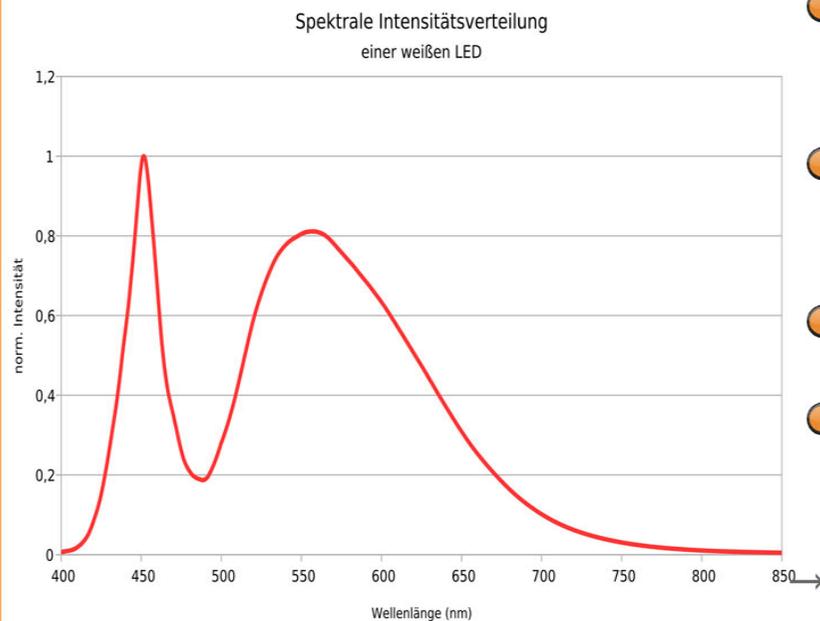
- Bedienerfreundlichkeit nicht mehr nur „nice to have“ sondern MUSS
- wesentliche Kriterien für die Verbesserung der Bedienerfreundlichkeit
  - Sicherer Betrieb
  - Langlebigkeit
  - Klarheit in der Anwendung
  - Intuitive Bedienung
- Zusammengefasst
  - Einfacher, sicherer Umgang bei steigender Komplexität



## Wichtige Punkte, die Farbsensorik beeinflussen

- Applikation (Umgebung und Aufgabe)
  - Selbstleuchter / Körperfarben
  - Umgebungslicht
  - Oberflächenstrukturierung
  - Objektgeschwindigkeit
- Interne Sensorparameter
  - Intensität der Beleuchtung, Leuchtmuster
  - Abtastfrequenz, Mittelwerte
  - Verstärkung
  - Weißabgleich
  - Farbraum, Toleranzmodus, Klassifizierung

- Farbsensoren → meist Weißlicht-LEDs → breitbandig und stabil
- Typisch: im unteren (violetten) und oberen (roten) Wellenlängenbereich fehlen Spektralanteile
- im Bereich von 460-480 nm eine Lücke sichtbar

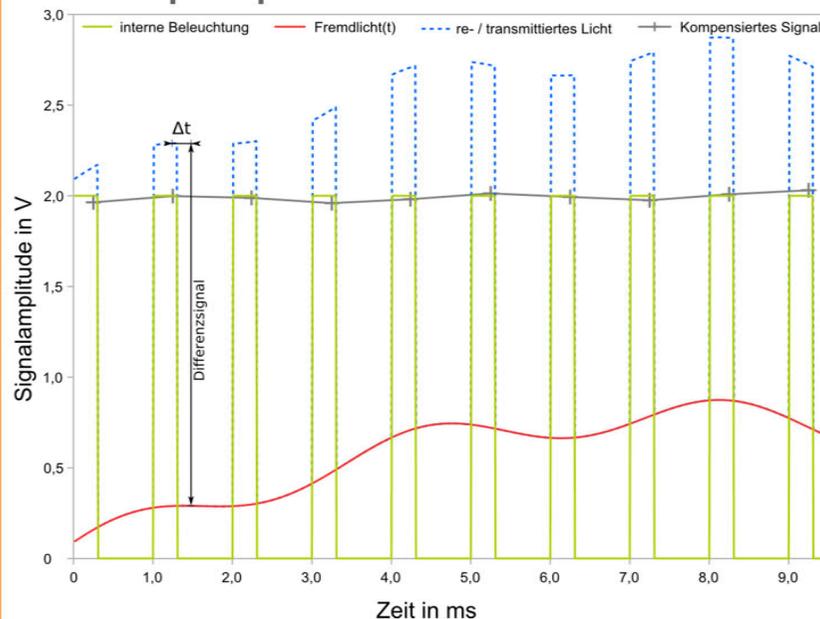


- Weißlicht-LEDs zeigen **Farbortverschiebungen**
  - durch Temperaturvariationen entstehen unterschiedliche Flusströme
  - relative Änderungen der Spektralanteile
  - bei hohen Flusströmen nehmen Spektralanteile im Blaubereich der LED zu
- Farbortverschiebungen sind zu kompensieren

# Fremdlichtkompensation – Signalamplituden durch Lichtquellen und kompensiertes Differenzsignal

## Probleme mit Fremdlicht:

- in Werkhallen üblicherweise Beleuchtungen mit Wechselspannung
- gepulste Fremdlichtquellen, wie Stroboskope
- Sonnenlicht
- bewegliche Maschinenteile werfen Schatten oder Reflexionen  
→ schwankende Intensitäten → schwankende Signalanteile → proportionales Rauschen auf dem Messsignal



## Fremdlichtkompensation

- interne Lichtquelle choppern
- in Beleuchtungs- bzw. Dunkelphase werden Hell- bzw. Dunkelwerte aufgenommen
- Differenzsignal wird errechnet
- Dadurch werden eliminiert: Fremdlicht, Dunkelstrom und Nullpunktoffset

- in Realität besteht zeitliche Differenz zwischen Aufnahme von Hell- und Dunkelwert  
→ kompensiertes Signal kann vom unverfälschten Signal abweichen
- Um SNR zu verbessern, kann Dauer zwischen den Teilmessungen verringert bzw. Intensität der internen Beleuchtung erhöht werden.
- Um wechselartige Störeinflüsse zuverlässig zu kompensieren, muss mit einem Vielfachen der Fremdlichtfrequenz abgetastet werden.
- Hierbei ist das Abtasttheorem einzuhalten:

$$f_{chop} \geq n \cdot f_{light} \text{ mit } n \geq 2$$

- Anzahl der maximal pro Zeiteinheit zu erkennenden Objekte ergibt sich aus Objektgeschwindigkeit  $v$  und gewünschter Oberflächenstrukturgröße  $B$

→ Objektfrequenz: 
$$N_{Obj} = f_{Obj} = \frac{v}{B}$$

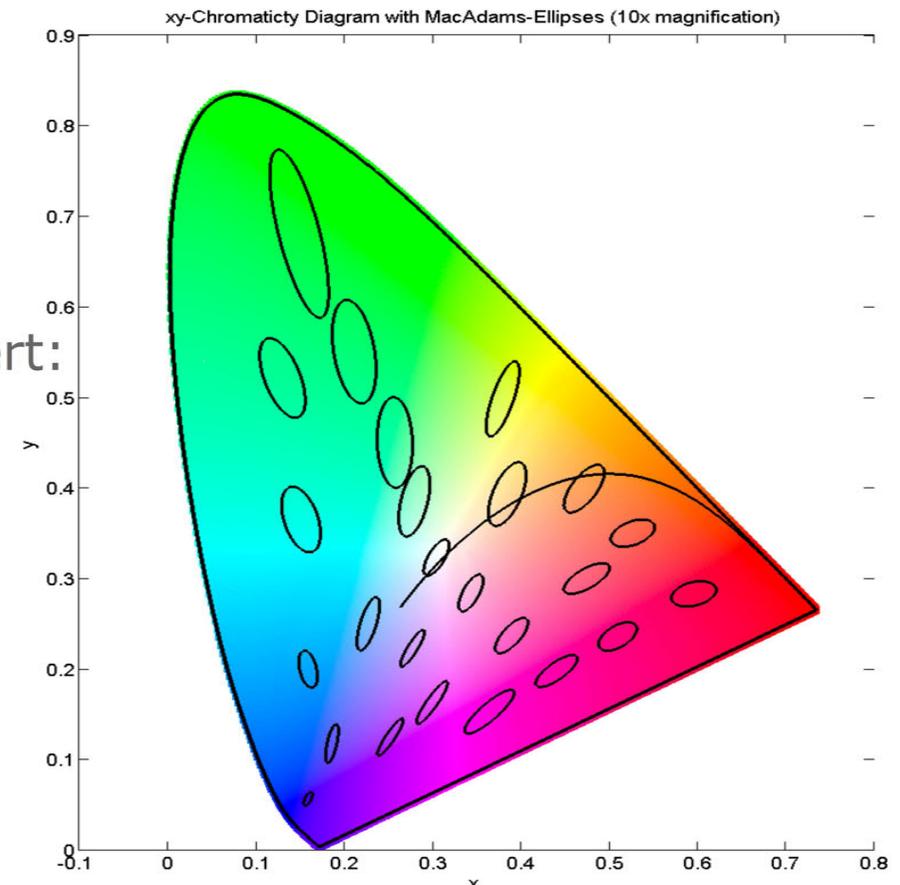
- Anzahl der zu mittelnden Einzelwerte multipliziert mit Objektfrequenz ergibt minimal einzustellende Sensorfrequenz:

$$f_{min} \geq n \cdot f_{Obj} \text{ mit } n \geq 2$$

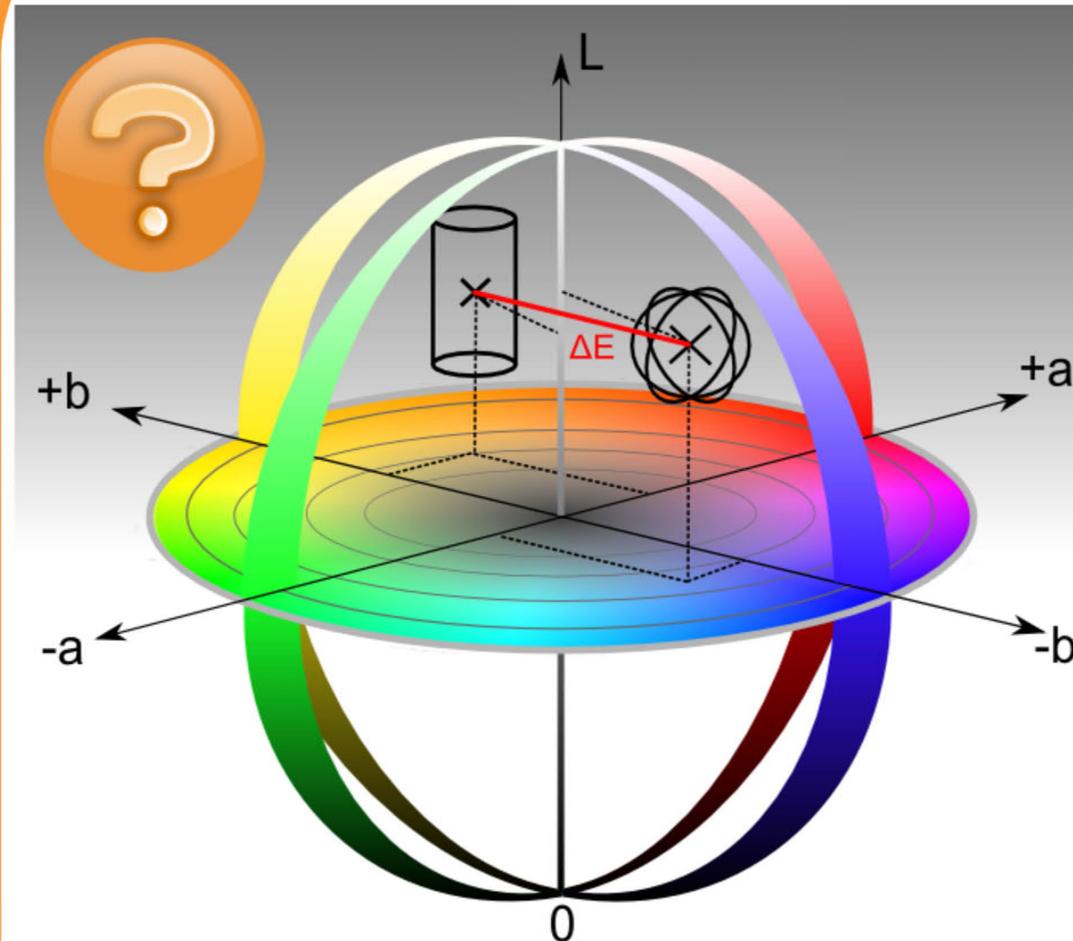
- Sensor-Abtastfrequenz ergibt sich aus Maximum der Frequenzen und der einzubeziehenden Mittelwerte:

$$f = m \cdot \begin{cases} f_{min} & \text{für } f_{min} > f_{chop} \\ f_{chop} & \text{für } f_{min} < f_{chop} \end{cases}$$

- „Normfarbtafeln“ entstehen durch Bildung der Farbwertanteile  $x$ ,  $y$ ,  $z$
- Problem: Normfarbraum ist nicht gleichabständig
- XYZ-Normfarbwerte werden in empfindungsgerechten, gleichabständigen Farbraum transformiert:
  - $L^*a^*b^*$
  - $L'u'v'$
  - $L^*u^*v^*$
  - $xyY$
  - XYZ
  - $L99a99b99$

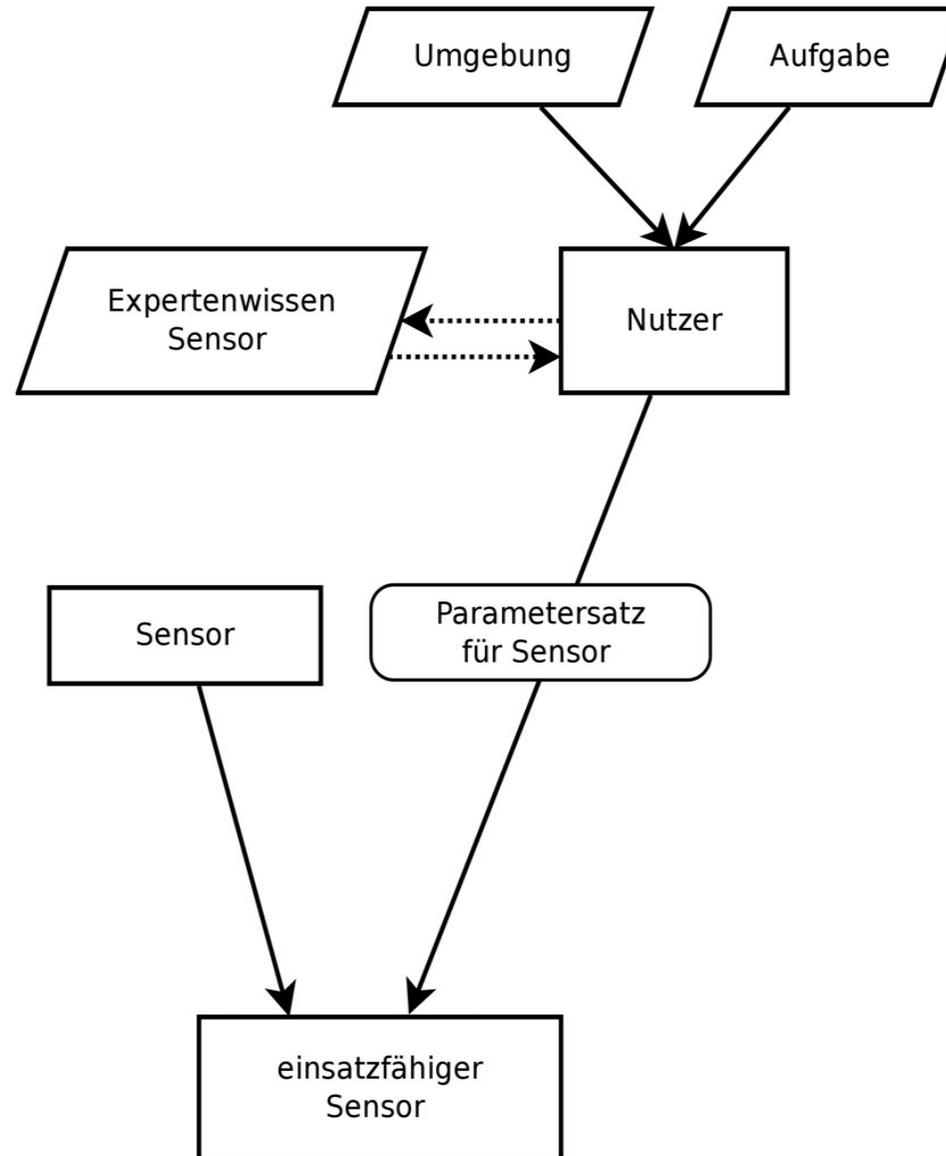


## Toleranzmodi und $\Delta E$ zweier Farben im $L^*a^*b^*$ -Farbenraum



- Differenz zweier Farben ist euklidischer Abstand
- kürzeste Strecke zwischen zwei Punkten im dreidimensionalen Raum
- Farbabstand  $\Delta E$  ist Farbton der von den meisten Menschen gleich wahrgenommen werden sollte
- Form der Toleranzkörper einstellbar (Zylinder, Kugel)

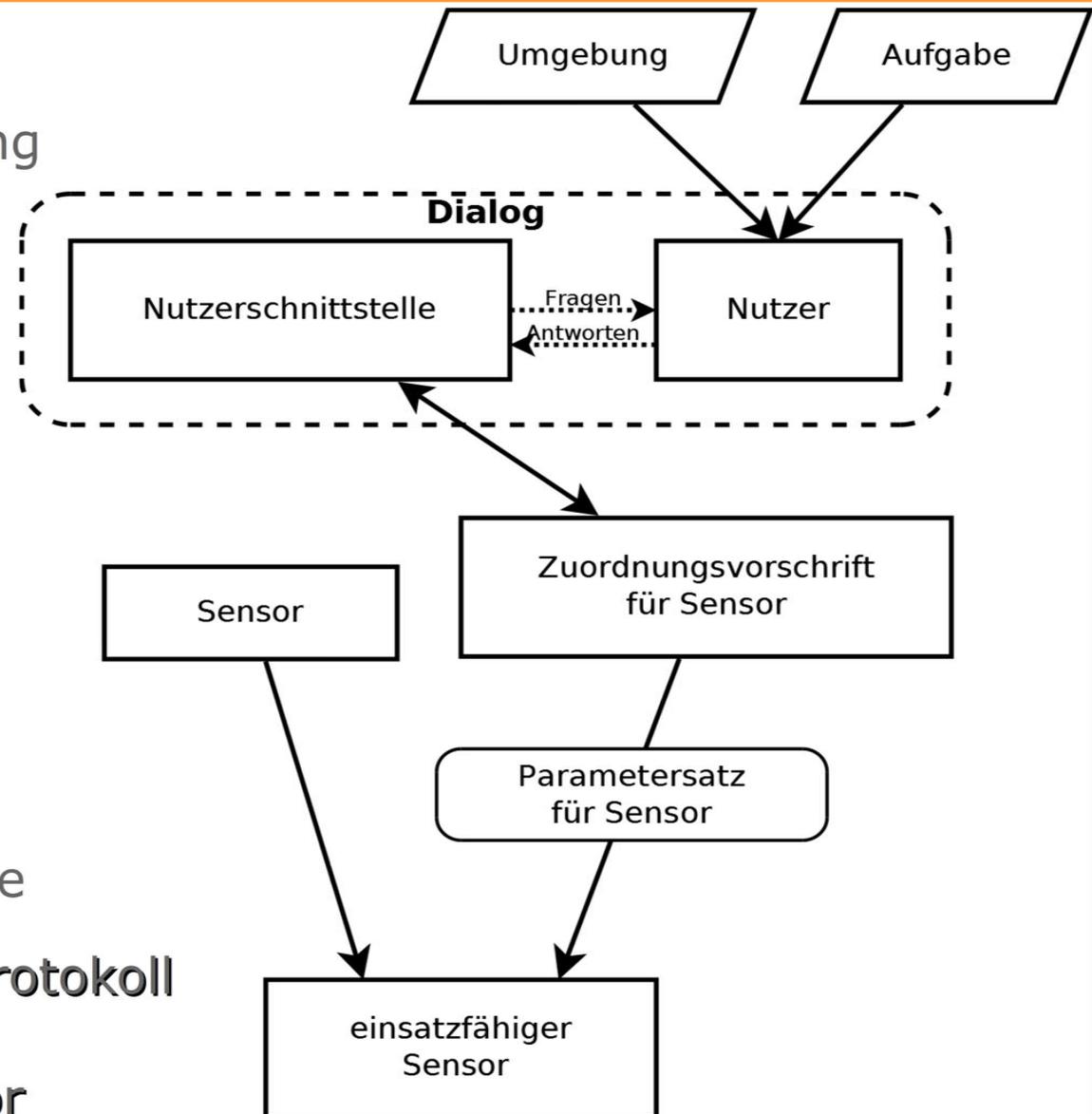
# Parametrierung von Sensoren - Stand der Technik



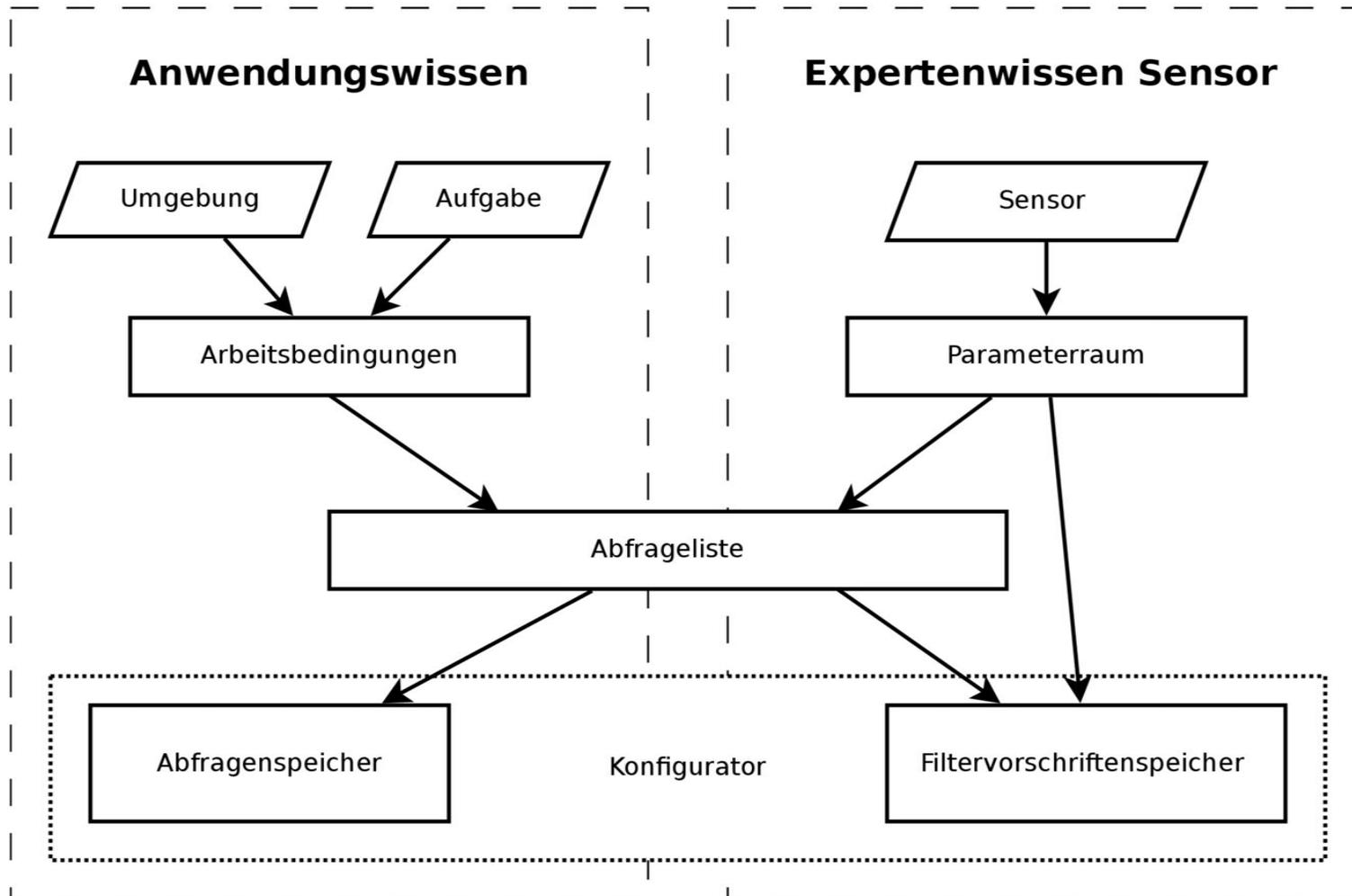
# Sensor Konfigurationsassistent

## Konfigurator

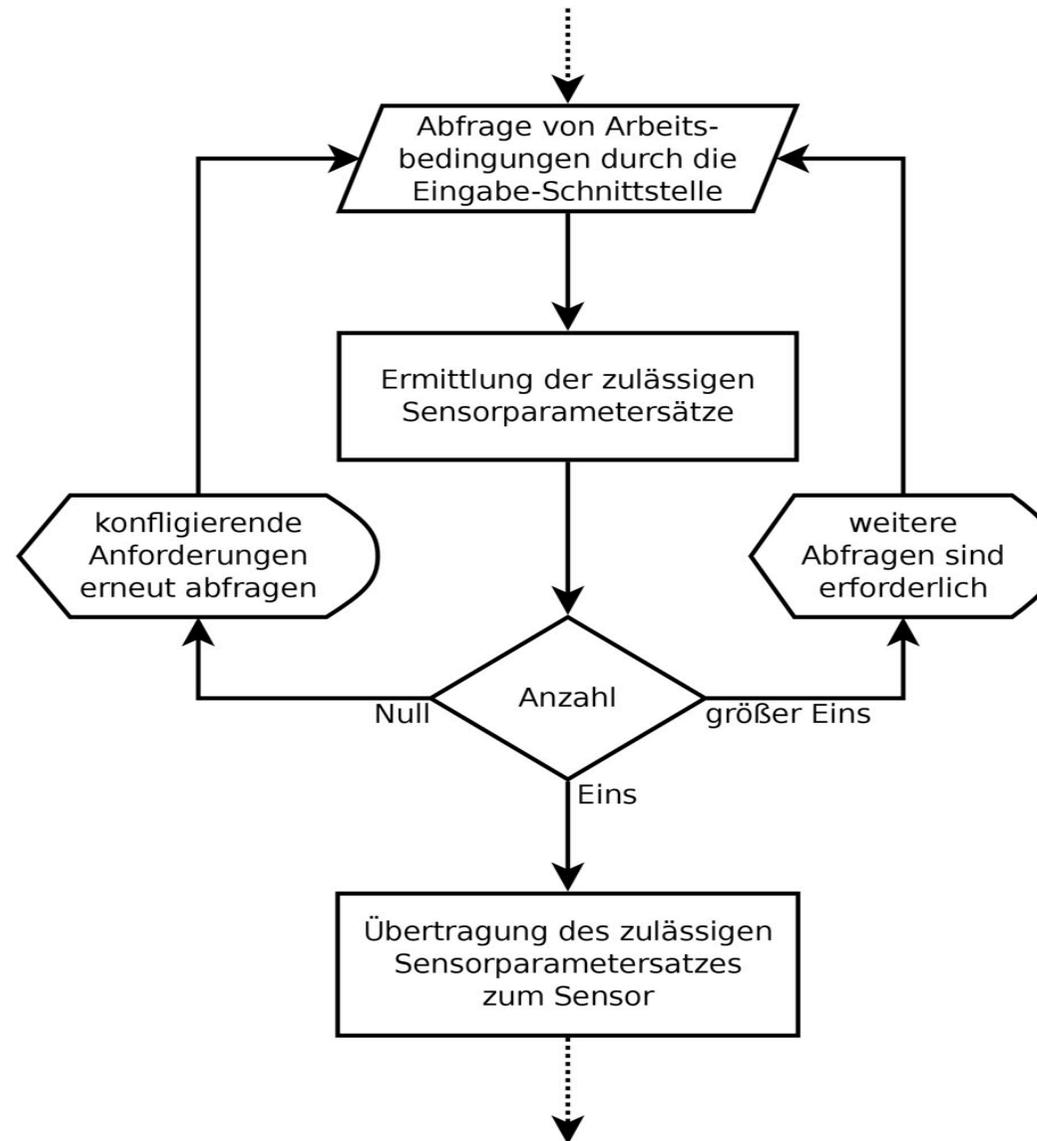
- kommuniziert Anforderung mittels Eingabe-Schnittstelle
- wartet auf Antwort, welche Aspekt der Arbeitsbedingungen in Form von Datensatz beschreibt u. speichert diesen ab
- ermittelt mittels Filtervorschriften Menge zulässiger Parametersätze
- **Sensorkommunikationsprotokoll - Übertragung gültiger Parameter auf den Sensor**



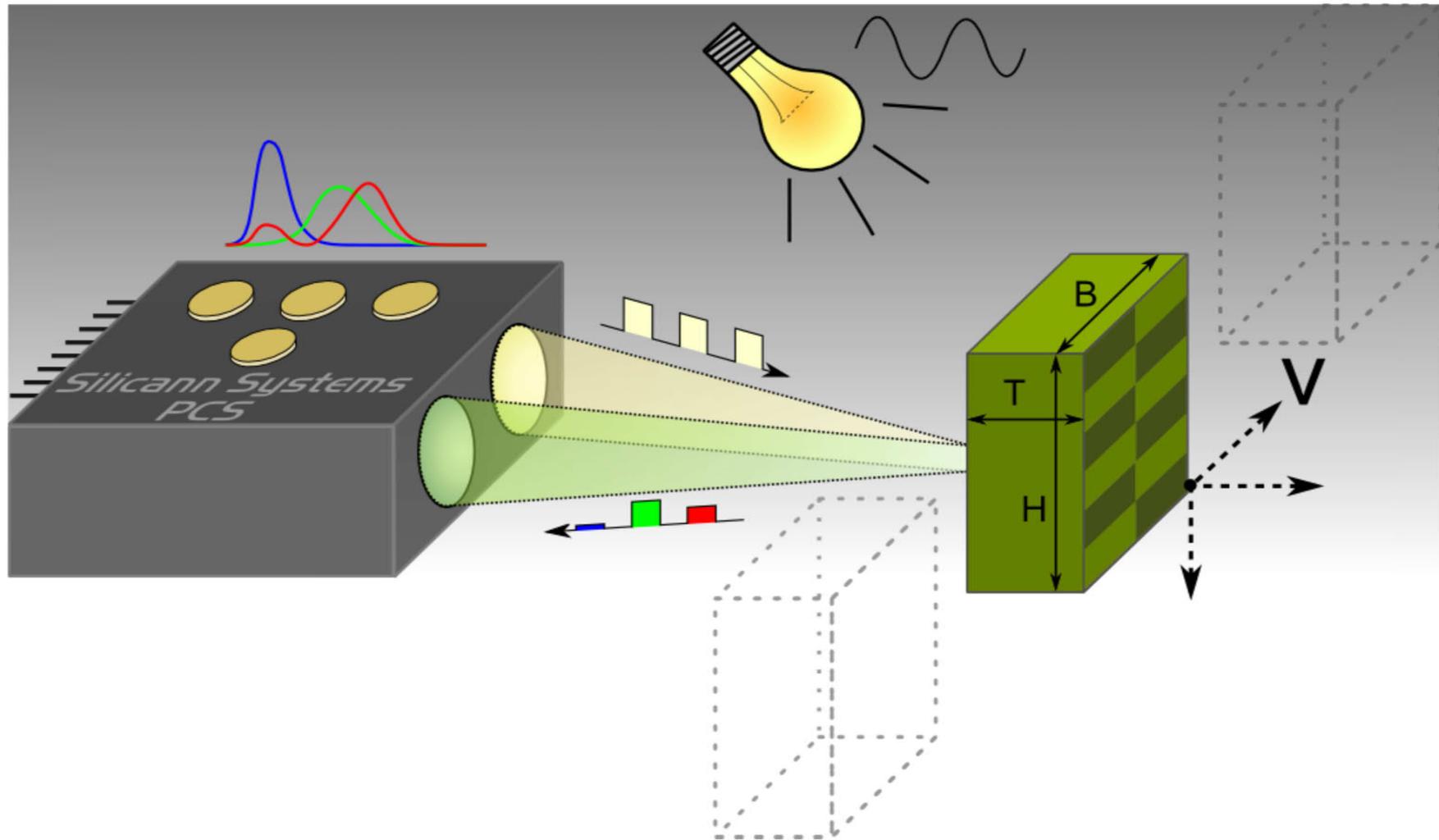
## Verfahren zur Erstellung eines sensorspezifischen Konfigurators



# Abfrage von Bedingungen im Sensorparameter-Konfigurator



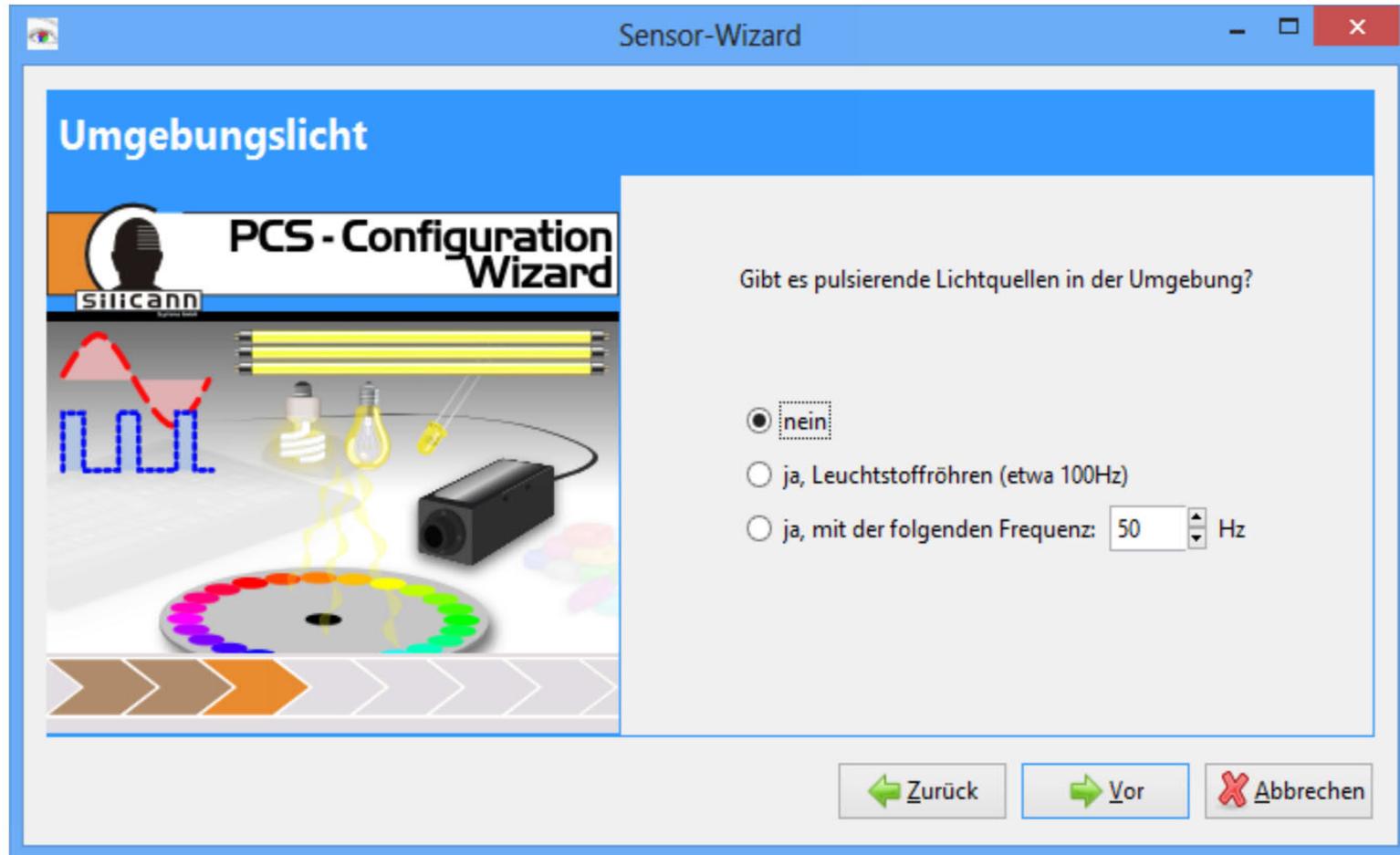
# Beispiel: Erkennen von Fehlstellen auf der leicht gemaserten Oberfläche von vorbeilaufenden Holzteilen



## Arbeitsbedingungen im Beispiel

- Fehlstellen auf der leicht gemaserten Oberfläche von vorbeilaufenden Holzteilen sollen erkannt werden
- Fehlerursache sind üblicherweise eingebettete Äste, Faulstellen oder Absplitterungen
- Holzteile stehen auf Fließband und werden transportiert
- Zwischen den einzelnen Holzteilen treten Lücken auf
- Die für die Erkennungsaufgabe relevanten Umgebungsbedingungen in der Maschinenhalle umfassen lediglich die Beleuchtung mit Leuchtstoffröhren.

## Beispielhaftes Bildschirmfoto einer Frage des Assistenten



## Fragen des Konfigurationsassistenten

Frage	Auswahlmöglichkeiten	beispielhafte Antwort
Ist das Zielobjekt ein Leuchtkörper (z.B. eine LED)?	ja / nein	nein (die Holzteile leuchten nicht)
Gibt es pulsierende Lichtquellen in der Umgebung? Falls ja: welche Frequenz?	ja (mehrere Lichtquellen oder Frequenzeingabe) / nein	ja
Wie schnell bewegt sich das Zielobjekt am Sensor vorbei?	Zahleneingabe	3000mm/min (Geschwindigkeit des Förderbands)
Sind auf der Zieloberfläche Flecken oder Muster zu erkennen?	ja / nein	ja
Welchen Durchmesser haben die Oberflächenstrukturen?	Zahleneingabe (mm)	0,5mm (Breite der Holzmaserung)
Soll die Oberflächenmusterung erkannt oder verwischt werden?	erkennen / verwischen	verwischen (die Holzmaserung ist nicht interessant für uns)
Welche optischen Abweichungen sollen bei der Erkennung toleriert werden?	fein / grob / nächstgelegene Farbe	grobe Abweichungen (leichte optische Varianz ist bei Holz akzeptabel)
Wie sollen die Schaltausgänge angesteuert werden?	verschiedene Ausgangsmuster	ein Schaltausgang je Farbe

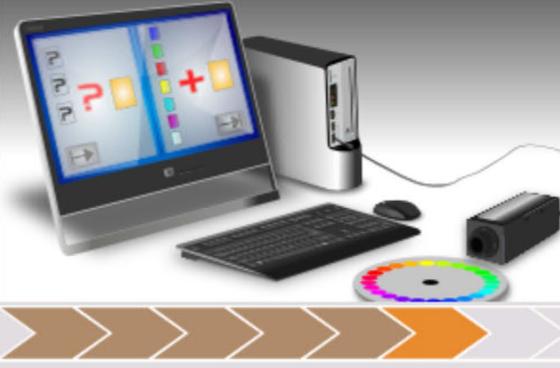
# Beispielhaftes Bildschirmfoto einer Frage des Assistenten

Sensor-Wizard

**Prüfung**



## PCS - Configuration Wizard



Richten Sie den Sensor auf verschiedene Ziele und prüfen Sie, ob die erkannten Farben und die Zustände der Schaltausgänge Ihren Erwartungen entsprechen.

Ergebnis

Erkannte Farbe: 2  
Abweichung: 3.3  $\Delta E$

Ausgänge

●  
0

●  
1

●  
2

●  
3

●  
4

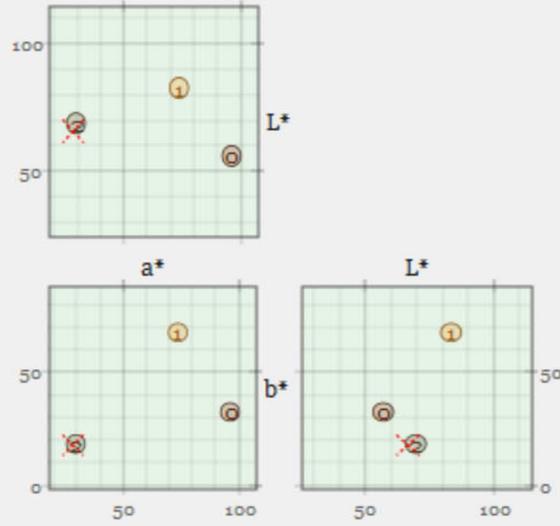
●  
5

●  
6

●  
7

Zeige die Farbraumprojektion

### Farbraumprojektion



← Zurück
Vor →
✖ Abbrechen



Sensor-Wizard

## Einstellungen überprüfen

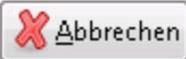
**PCS - Configuration Wizard**

Die folgenden Einstellungsvorschläge basieren auf Ihren Angaben.

Voreinstellungen manuell anpassen

Einstellungen

Beleuchtung:	angeschaltet
Farbraum:	CIE L*a*b*
Abtastfrequenz [kHz]:	0,25
Messwerte für Mittelwertbildung:	50
Effektive Abtastrate [Hz]:	5
Klassifizierungsmodus:	Kugel
Toleranz:	8
Ausgangsmodus:	1-aus-N
Rücksetzen auf Werkseinstellungen:	nein

## Grenzen des Konfigurationsassistenten

- Einige Details der Sensorinbetriebnahme kann der Konfigurationsassistent nicht lösen.
- Dazu gehört vor allem der optische Pfad:
  - Optimierung des optischen Pfades entsprechend der Oberflächeneigenschaften (z.B. Neigung der optischen Achse abhängig von Glanzeffekten)
  - Entscheidung, welches Reflexions- oder Durchleuchtungsverfahren in Kombination mit der passenden Optik mit dem geringsten Aufwand das gewünschte Ergebnis erreicht.
- Diese Herausforderungen sind für den Produktionsspezialisten vor Ort jedoch fassbar und mit vertretbarem Beratungsaufwand lösbar.

## Vorteile des Konfigurationsassistenten

- Betriebswirtschaftliche Vorteile des Konfigurationsassistenten
  - Produktionsspezialisten können sich auf Kernkompetenz - Optimierung des Produktionsprozesses – konzentrieren
  - Hochgradig spezialisierte und komplexe Sensorsysteme erfordern deutlich weniger Einarbeitungszeit
  - Senkung der Einstiegshürde für Verwendung des richtigen Werkzeugs für ein Problem
- Vorteile für Anwendungsexperten aus der Produktion
  - Geführte Einrichtungsprozesse befreien Individuum von Konzentration auf produktspezifische Inbetriebnahme
  - Fokus auf Anwendung und nicht auf Vermeidung von Bedienfehlern
  - konkrete Einstellungsvorschläge können vom Nutzer nachträglich angepasst werden

- anwendungsorientierter Konfigurationsassistent für Farbsensoren senkt radikal Einarbeitungsaufwand für Integratoren
- optimale Überwachung bzw. Steuerung industrieller Fertigungsaufgaben erfolgt mittels **aufwandsarm anpassbaren optischen Sensoren**



Herzlichen Dank für das Interesse!

# PCS-Series



Silicann Systems GmbH  
Schillerplatz 10  
D-18055 Rostock  
Fon: +49 (0) 381 3676 412 0  
Fax: +49 (0) 381 3676 412 9  
Mobil: +49 (0) 174 3090 313  
e-Mail: [stuepmann@silicann.com](mailto:stuepmann@silicann.com)  
[www.silicann.com](http://www.silicann.com)