

Optische Qualitätsprüfung von Solarzellen und Solarzellen-Modulen

Dipl.-Ing. Erich Butzer

VITRONIC Dr.-Ing. Stein
Bildverarbeitungssysteme GmbH



Agenda

- Wer ist VITRONIC GmbH
- Ziele und Herausforderungen der Optischen Qualitätsprüfung von Solarzellen und -Modulen
- Vorstellung der Produktreihe
- Kundennutzen



VITRONIC GmbH



Dr.-Ing. Norbert Stein
Geschäftsführender Gesellschafter

- Mitarbeiter:** über 300 Mitarbeiter (Stand 2007)
- Eigenkapital:** € 20 Mio.
- Umsatz 2007:** € 35 Mio., Firmengruppe VITRONIC
- Standorte:** VITRONIC ist auf **vier Kontinenten** vertreten
- Wiesbaden, Hauptsitz, Produktion
 - Louisville, USA
 - Mitcham, Australien
 - Nottingham, Großbritannien
 - Shanghai, China
 - Lyon, Frankreich



Optische Qualitätsprüfung von Solarzellen und -modulen

Ziel

- **Qualitativ hochwertige Solarzellen und -module**
- **Eindeutige Qualitäts-Klassifizierung**
- **Bruch und NIO-Teile vor der Weiterverarbeitung ausschleusen (Recycling)**



Herausforderung

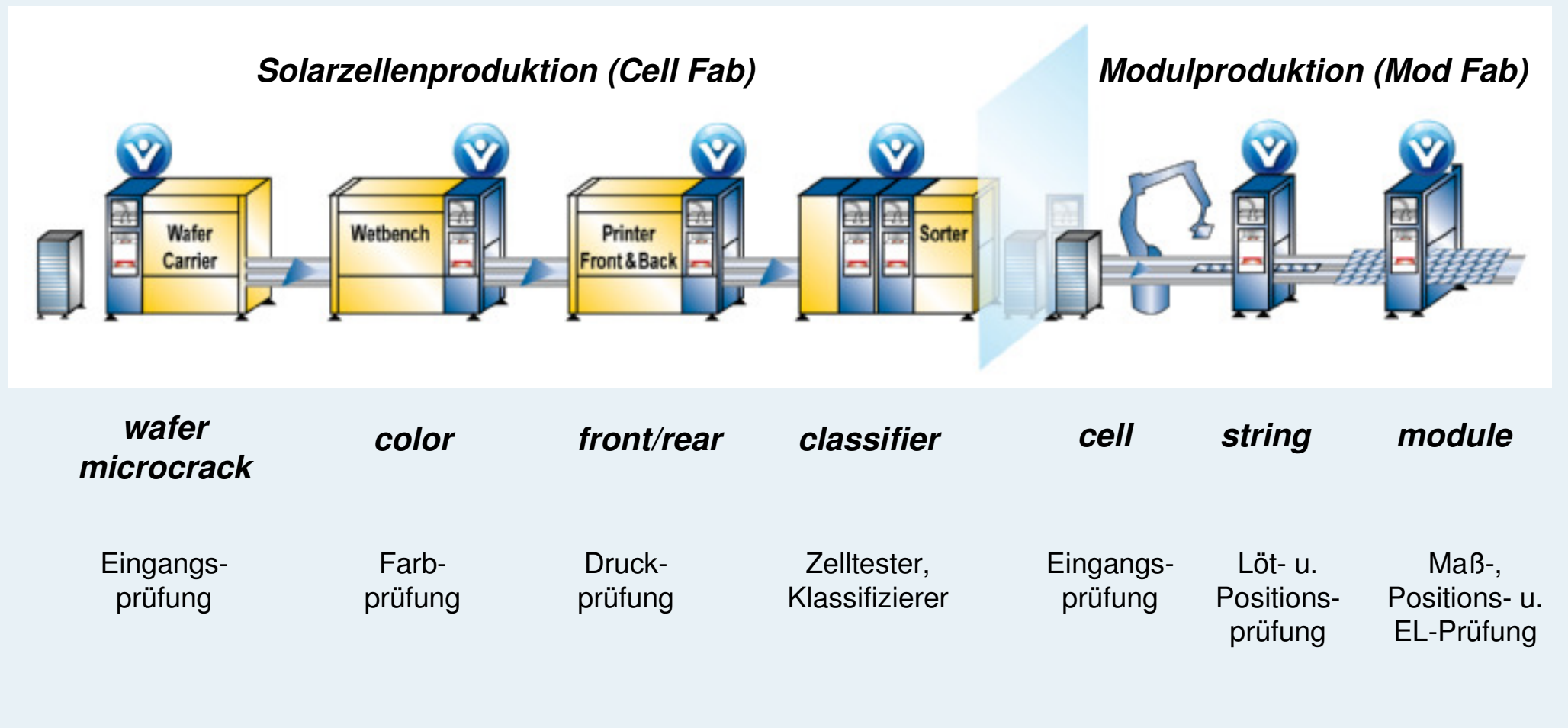
- **Sehr unterschiedliche Anforderungen**
- **Erkennen feinsten Strukturen und Defekte**
- **Schwierige Kontrastieraufgaben**
- **Einfache Integration in unterschiedliche Anlagen**
- **Einfache Handhabung**



Vitronic Lösung

- **Standardisiertes Sensorik- u. Systemkonzept für alle Wafer-, Zell- und Modulprüfungen entlang der Wertschöpfungskette**
- **Robuste Hard- und Software, „State of the art“**
- **Anbindung an MES, Rückverfolgbarkeit**
- **Praktisch kein Schlupf, sehr geringer Pseudofehleranteil**

Produktreihe VINSPEC^{solar} für die Optische Qualitätsprüfung



Waferprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Waferprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Prüft inline Wafer auf:

- Geometrie / Symmetrie
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Chipping
- Sägerillen, topologische Fehler
- Oberflächenfehler (Flecken)
- Einschlüsse
- Schmutz, Flecken
- Löcher

Waferprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Prüft inline Wafer auf:

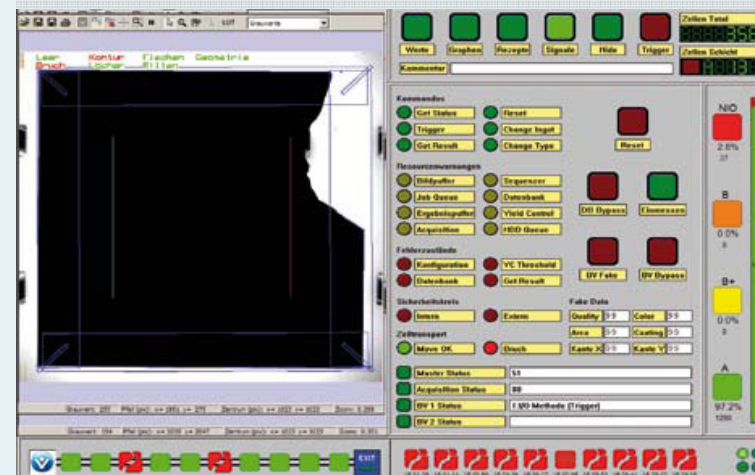
- Geometrie / Symmetrie
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Chipping
- Sägerillen, topologische Fehler
- Oberflächenfehler (Flecken)
- Einschlüsse
- Schmutz, Flecken
- Löcher

Technische Details

Kameras: 4 MPixel CMOS-Flächenkamera

Beleuchtung: Streiflicht und diffuses Auflicht für 2D- und 3D-Oberflächenfehler, zusätzliche LED Hinterleuchtung

Software: leistungsstarke Erkennung mit 5 Bildaufnahmen



Grafische Benutzeroberfläche

Mikrorissprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Mikrorissprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Prüft inline Wafer auf:

- Mikrorisse
- Flecken
- Sägerillen
- Dekorierte Korngrenzen
- Einschlüsse
- Löcher
- Bruch

Mikrorissprüfung

Anwendung

- Zur Eingangsprüfung in der Solarzellenproduktion
- Zur Ausgangsprüfung in der Waferproduktion

Prüft inline Wafer auf:

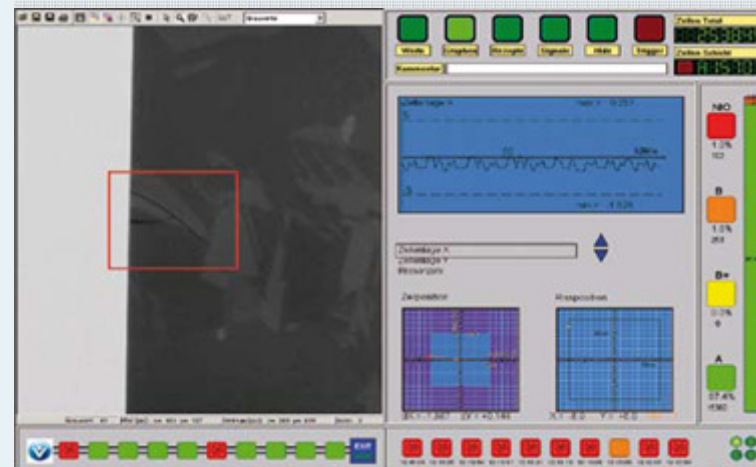
- Mikrorisse
- Flecken
- Sägerillen
- Dekorierte Korngrenzen
- Einschlüsse
- Löcher
- Bruch

Technische Details

Kameras: Vier Spezial-Matrixkameras mit je 4 MPixel (2k x 2k)

Beleuchtung: IR-LED Flächenlichtquelle

Software: praktisch kein Schlupf, sehr geringe Pseudofehlerrate



Grafische Benutzeroberfläche

Farbprüfung

Anwendung

- Prüfung nach der Nassbank

Farbprüfung

Anwendung

- Prüfung nach der Nassbank

Prüft inline auf:

- Schichtdicke
- Farbklasse
- Schichtdicken-, Farbinhomogenität
- Farbkontraste
- Mitten- und Randbereich
- Oberflächenfehler

Farbprüfung

Anwendung

- Prüfung nach der Nassbank

Prüft inline auf:

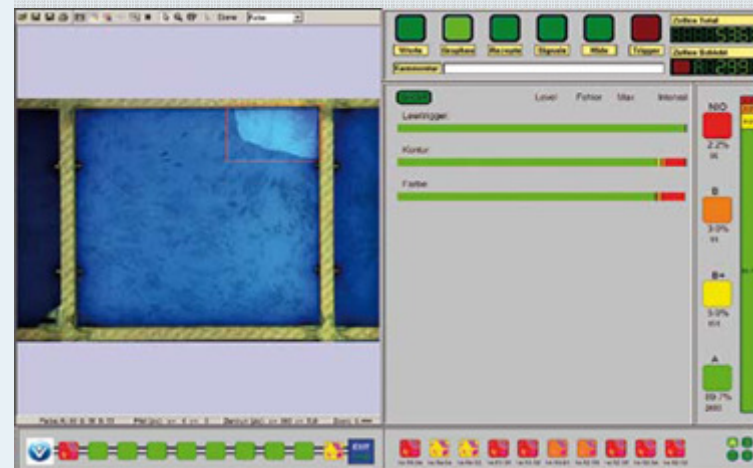
- Schichtdicke
- Farbklasse
- Schichtdicken-, Farbinhomogenität
- Farbkontraste
- Mitten- und Randbereich
- Oberflächenfehler

Technische Details

Kameras: Farbkamera mit 1,4 bzw. 4 MPixel

Beleuchtung: LED-Beleuchtungsmodul mit Diffus- und Streiflicht

Software: anpassbare Kachelauswertung in H, S, I



Grafische Benutzeroberfläche

Druckprüfung Vorderseite

Anwendung

- Prüfung nach dem Vorderseitensiebdruck

Druckprüfung Vorderseite

Anwendung

- Prüfung nach dem Vorderseitensiebdruck

Prüft inline auf:

- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition auf Verdrehung des Druckes
- Fingerunterbrechungen
- Fingerbreite
- Fingerknoten
- Pastenflecken
- Verschmutzung, sonstige Flecken
- Fehlender Frontdruck

Druckprüfung Vorderseite

Anwendung

- Prüfung nach dem Vorderseitensiebdruck

Prüft inline auf:

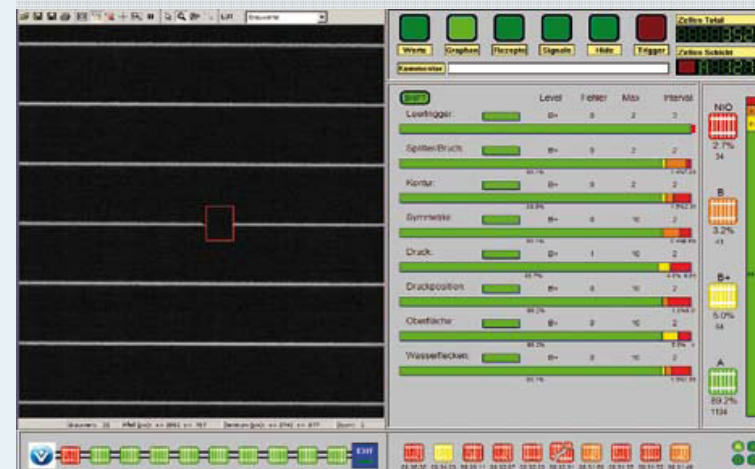
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition auf Verdrehung des Druckes
- Fingerunterbrechungen
- Fingerbreite
- Fingerknoten
- Pastenflecken
- Verschmutzung, sonstige Flecken
- Fehlender Frontdruck

Technische Details

Kameras: Speziell angepasste Zeilenkamera mit 4 optional bis zu 8 KPixel

Beleuchtung: Extrem diffuses Auflicht und Hinterleuchtung

Software: stabile und leistungsstarke Auswertung durch sehr gute Unterdrückung der Kristallstruktur bei Multis



Grafische Benutzeroberfläche

Druckprüfung Rückseite

Anwendung

- Prüfung nach der Bedruckung der Solarzellen-Rückseite

Druckprüfung Rückseite

Anwendung

- Prüfung nach der Bedruckung der Solarzellen-Rückseite

Prüft inline auf:

- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition und Verdrehung des Druckes
- Fehlende Paste
- Busbarverengung
- Pastenflecken und sonstige Flecken
- Unebenheiten
(Wafersplitter, Rakelabdrücke, Blasen)

Druckprüfung Rückseite

Anwendung

- Prüfung nach der Bedruckung der Solarzellen-Rückseite

Prüft inline auf:

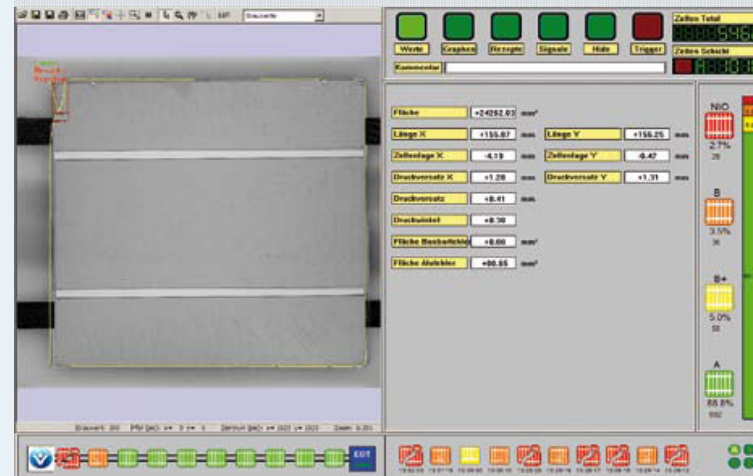
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition und Verdrehung des Druckes
- Fehlende Paste
- Busbarverengung
- Pastenflecken und sonstige Flecken
- Unebenheiten
(Wafersplitter, Rakelabdrücke, Blasen)

Technische Details

Kameras: 4 MPixel CMOS-Flächenkamera
(2k x 2k)

Beleuchtung: LED-Auflicht, Hinterleuchtung und Streiflicht

Software: leistungsstarke Erkennung
mit 5 Bildaufnahmen



Grafische Benutzeroberfläche

Zelltester, Klassifizierung

Anwendung

- Prüfung Solarzellen im Zelltester
- Besteht aus den Systemen für Druckprüfung Vorder- und Rückseite sowie Farbprüfung

Zelltester, Klassifizierung

Anwendung

- Prüfung Solarzellen im Zelltester
- Besteht aus den Systemen für Druckprüfung Vorder- und Rückseite sowie Farbprüfung

Prüft inline auf:

- Farbkontrast und Farbinhomogenitäten
- Schichtdicke
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition
- Verdrehung des Drucks
- Fingerunterbrechungen
- Fingerbreite
- Pastenflecke
- Fehlender Frontdruck
- Fingerabdrücke, Schmutz, Blistering, Flecken, Löcher, Risse
- Fehlende Paste auf der Rückseite
- Unebenheiten (Pickel, Blasen)

Zelltester, Klassifizierung

Anwendung

- Prüfung Solarzellen im Zelltester
- Besteht aus den Systemen für Druckprüfung Vorder- und Rückseite sowie Farbprüfung

Prüft inline auf:

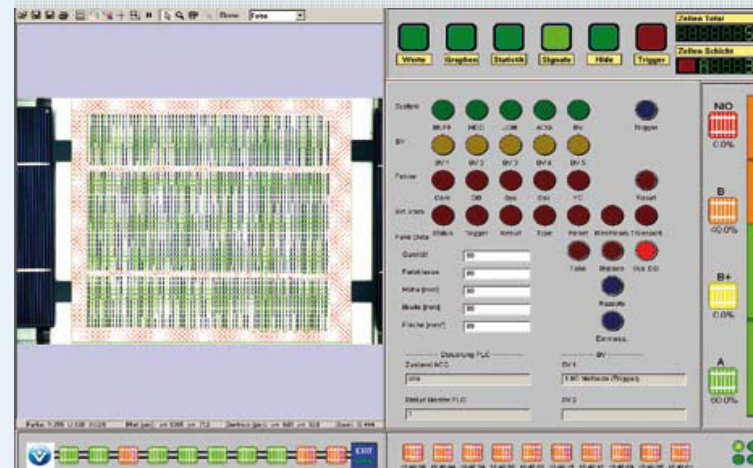
- Farbkontrast und Farbinhomogenitäten
- Schichtdicke
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition
- Verdrehung des Drucks
- Fingerunterbrechungen
- Fingerbreite
- Pastenflecke
- Fehlender Frontdruck
- Fingerabdrücke, Schmutz, Blistering, Flecken, Löcher, Risse
- Fehlende Paste auf der Rückseite
- Unebenheiten (Pickel, Blasen)

Technische Details

Kameras: Hochauflösende Zeilenkamera mit 4.096, optional 8.192 Pixeln, Farbkamera mit 1.400 x 1.000 Pixel
 Flächenkamera mit 2.048 x 2.048 Pixel

Beleuchtung: LED und LL-Auflicht, Hinterleuchtung

Software: gemeinsamer Rezept-Zugriff
 MES-Anbindung



Grafische Benutzeroberfläche

Zellprüfung

Anwendung

- Eingangsprüfung für die Modulproduktion und automatische Positionierung in der Weiterverarbeitung (Stringer)

Zellprüfung

Anwendung

- Eingangsprüfung für die Modulproduktion und automatische Positionierung in der Weiterverarbeitung (Stringer)

Prüft inline auf:

- Lagermittlung der Solarzellen im Greifer
- Übergabe von Offset-Werten an Handlungsteuerung
- Symmetrie (Kantenlänge, Diagonale, Fläche, etc.)
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition
- Fingerunterbrechungen, Fingerverdickungen
- Fehlender Frontruck
- Oberflächenfehler (Pastenflecken, usw.)

Zellprüfung

Anwendung

- Eingangsprüfung für die Modulproduktion und automatische Positionierung in der Weiterverarbeitung (Stringer)

Prüft inline auf:

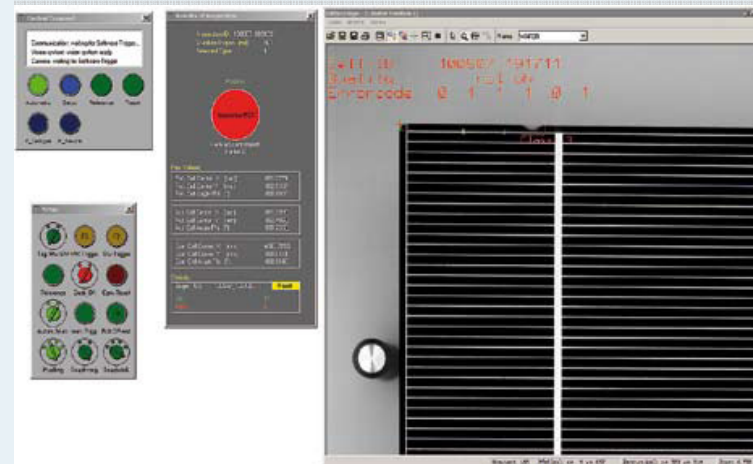
- Lagermittlung der Solarzellen im Greifer
- Übergabe von Offset-Werten an Handlingsteuerung
- Symmetrie (Kantenlänge, Diagonale, Fläche, etc.)
- Ecken- und Kantenausbrüche
- Druckposition
- Fingerunterbrechungen, Fingerverdickungen
- Fehlender Frontruck
- Oberflächenfehler (Pastenflecken, usw.)

Technische Details

Kameras: Hochauflösende Flächenkamera mit 2.024 x 2.024 Pixel

Beleuchtung: Auflichtbeleuchtung mit Hochleistungs-LED

Software: schnelle Lageermittlung nach Bilderstellung in der Bewegung der Solarzelle, zusätzliche Qualitätsprüfung



Grafische Benutzeroberfläche

Stringprüfung

Anwendung

- Qualitätsprüfung im String

Stringprüfung

Anwendung

- Qualitätsprüfung im String

Lageermittlung:

- Position der Solarzellen im String
- Ermittlung der Gesamtstringposition
- Übergabe von Offsetwerten an Handlingsystem zur optimalen Ablage des Strings in der Matrix
- Prüfung, ob Zellen innerhalb der Lagetoleranz
- Ermittlung der Gesamtstringlänge

Qualitätsmerkmale

- Ausbruch an der Außenkontur
- Symmetrie und Unterbrechung des Siebdrucks
- Fehlende Bändchen zwischen den Solarzellen
- Verdrehung der Bändchen

Stringprüfung

Anwendung

- Qualitätsprüfung im String

Lageermittlung:

- Position der Solarzellen im String
- Ermittlung der Gesamtstringposition
- Übergabe von Offsetwerten an Handlingsystem zur optimalen Ablage des Strings in der Matrix
- Prüfung, ob Zellen innerhalb der Lagetoleranz
- Ermittlung der Gesamtstringlänge

Qualitätsmerkmale

- Ausbruch an der Außenkontur
- Symmetrie und Unterbrechung des Siebdrucks
- Fehlende Bändchen zwischen den Solarzellen
- Verdrehung der Bändchen

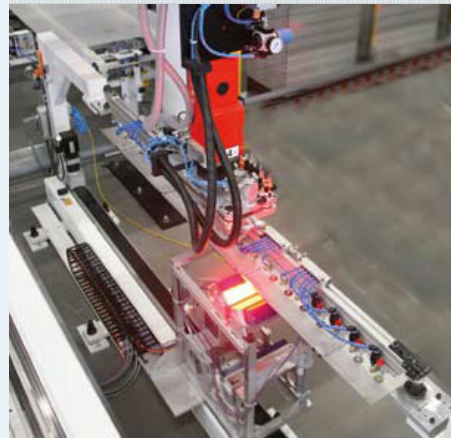
Technische Details

Kameras: Hochauflösende Zeilenkamera mit 4 optional mit 8 KPixel

Beleuchtung: Hinterleuchtungseinheit und spezielles Auflicht (High-Power-LEDs)

Software: stabile und leistungsstarke Auswertung ohne Ablegen des Gesamtstrings

Schnittstelle: elektrische Schnittstelle zum Anlagensystem



String-Inspektion

Modulprüfung

Anwendung

- Bildverarbeitungssysteme prüfen vor der Fertigstellung der Module auf unterschiedliche Merkmale

Modulprüfung

Anwendung

- Bildverarbeitungssysteme prüfen vor der Fertigstellung der Module auf unterschiedliche Merkmale

Prüft inline

- Anordnung, Abstände der einzelnen Solarzellen sowie der Querverbinder zu Solarzellen- und Glasrand
- Spaltbreite an Modulrahmenecken
- Mikrorisse und nicht aktive Bereiche mittels Elektrolumineszenz
- Lageermittlung der Anschlussbox zum Verlöten

Modulprüfung

Anwendung

- Bildverarbeitungssysteme prüfen vor der Fertigstellung der Module auf unterschiedliche Merkmale

Prüft inline

- Anordnung, Abstände der einzelnen Solarzellen sowie der Querverbinder zu Solarzellen- und Glasrand
- Spaltbreite an Modulrahmenecken
- Mikrorisse und nicht aktive Bereiche mittels Elektrolumineszenz
- Lageermittlung der Anschlussbox zum Verlöten

Technische Details

Kameras: Hochempfindliche 3 MPixel-Flächenkamera für Elektrolumineszenzprüfung
 1,3 MPixel Flächenkamera für Abstandsprüfung
 Standard-Flächenkamera für Rahmen- bzw. Eckenprüfung

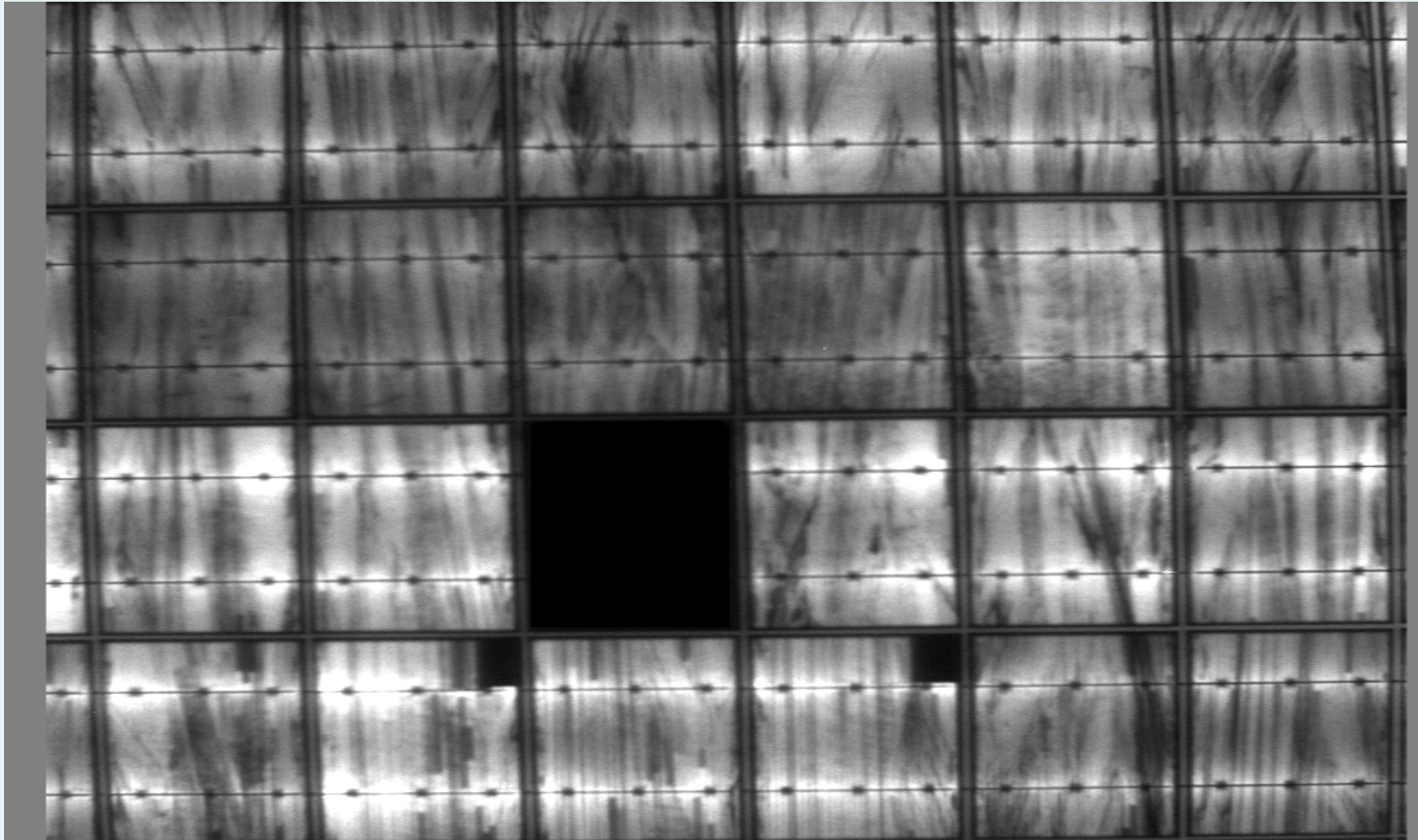
Software: Spezielle Auswertung für jedes Prüfsystem

Schnittstelle: je nach Anlagensystem

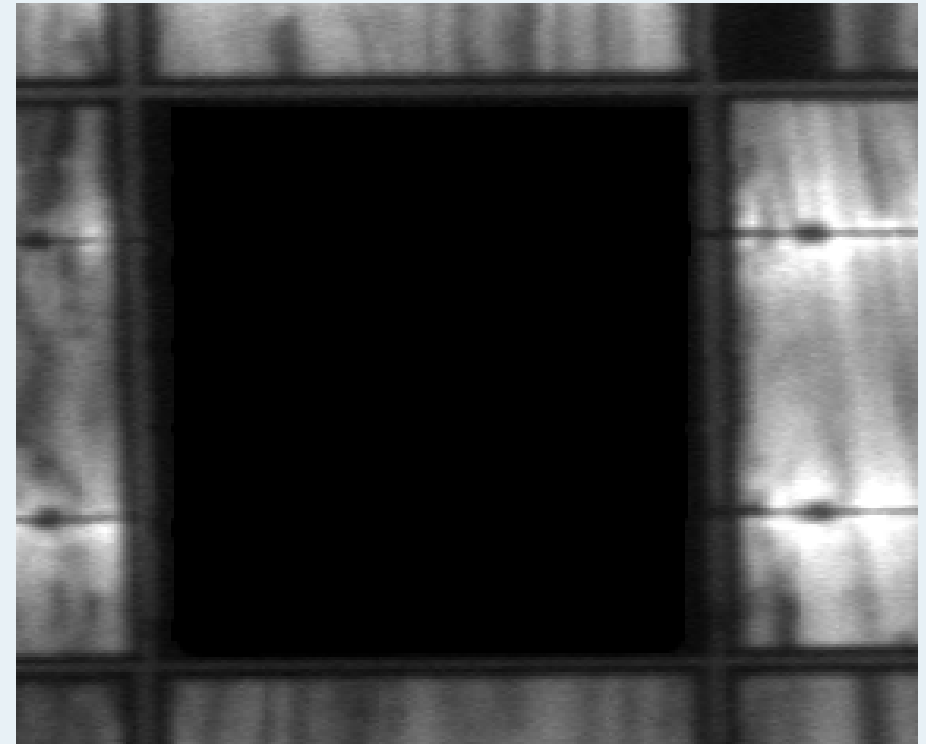
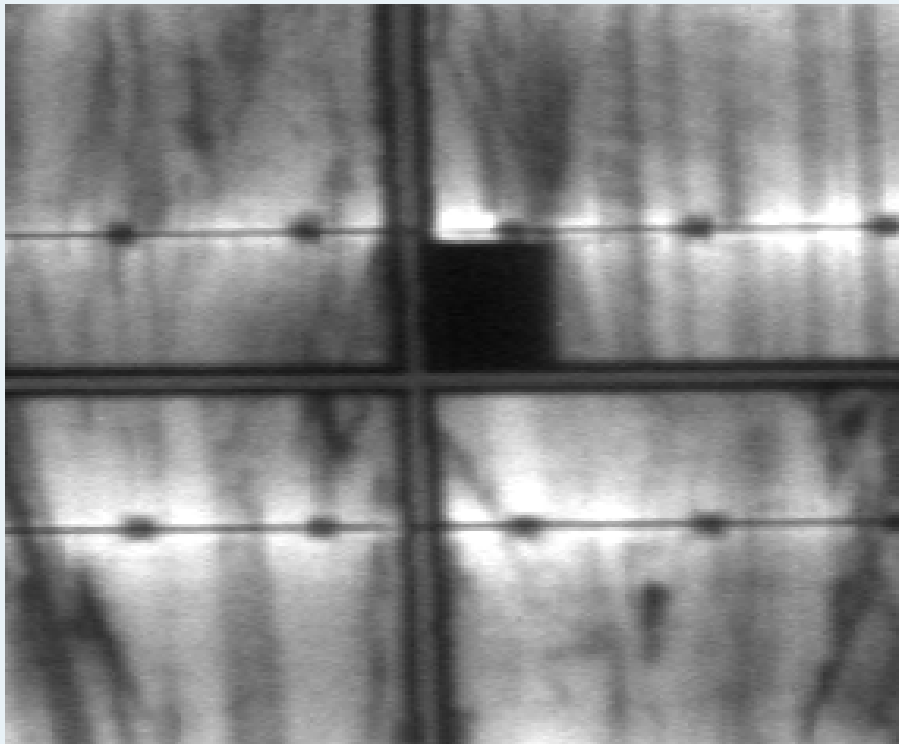


Modul-Inspektion

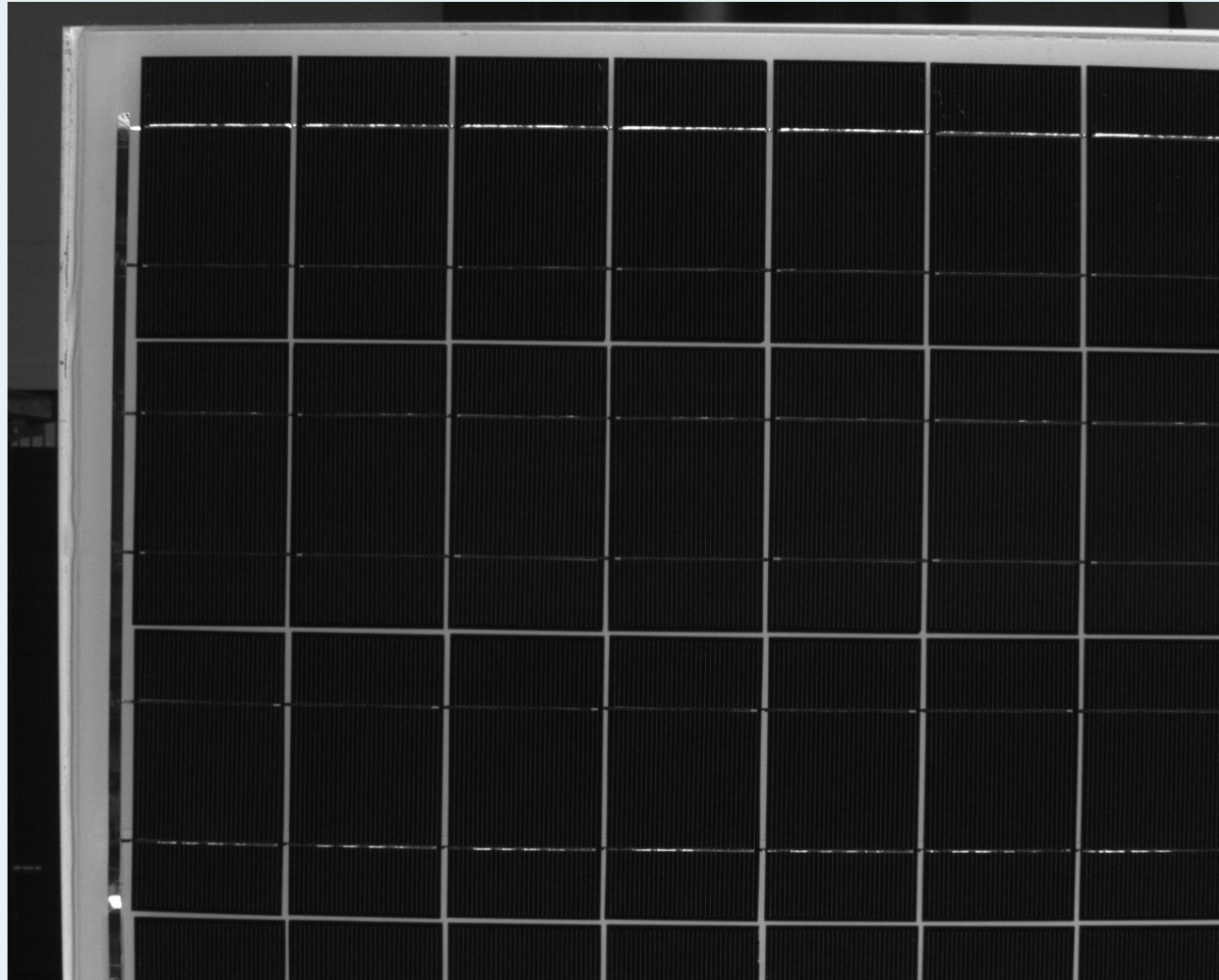
Modulprüfung



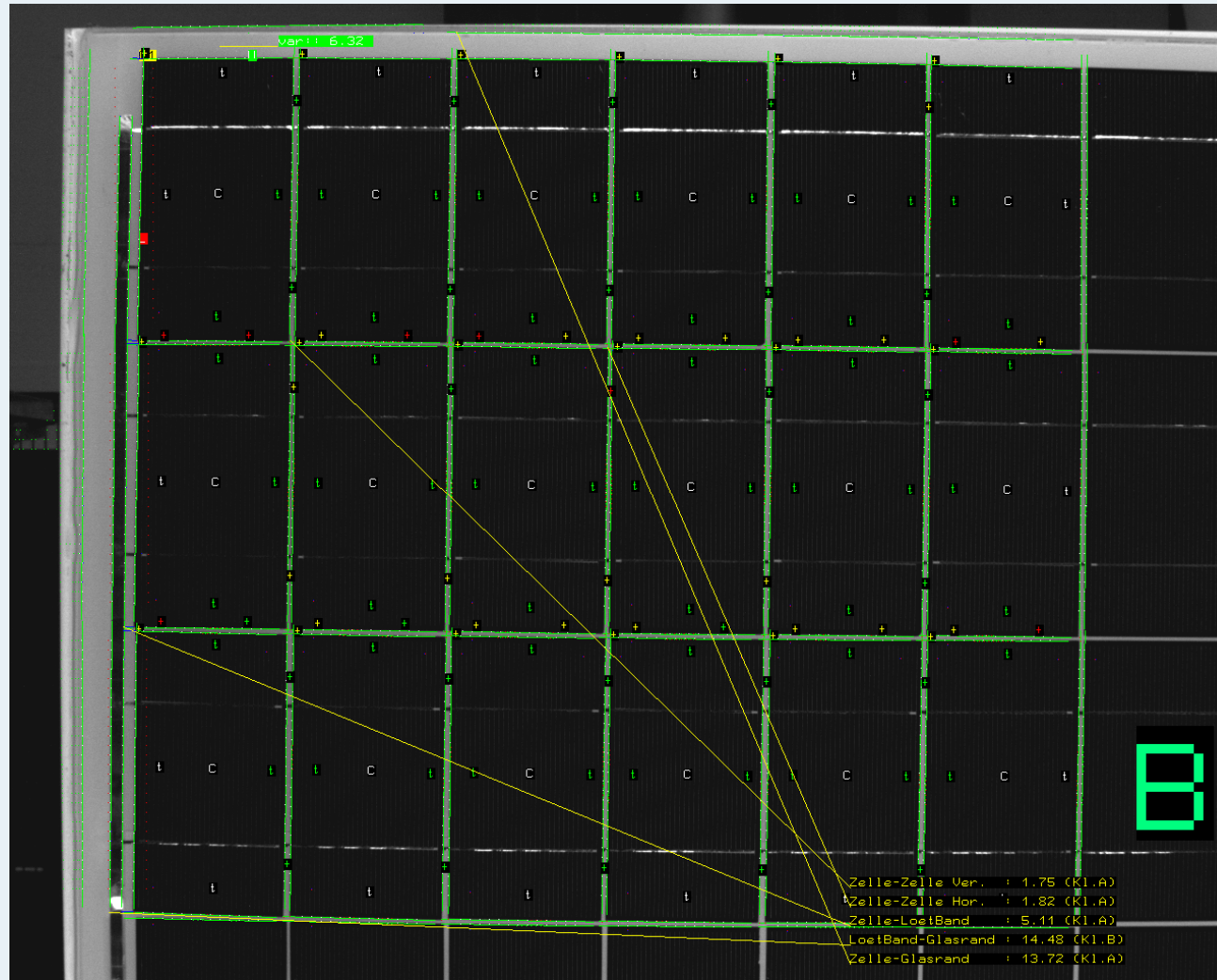
Modulprüfung



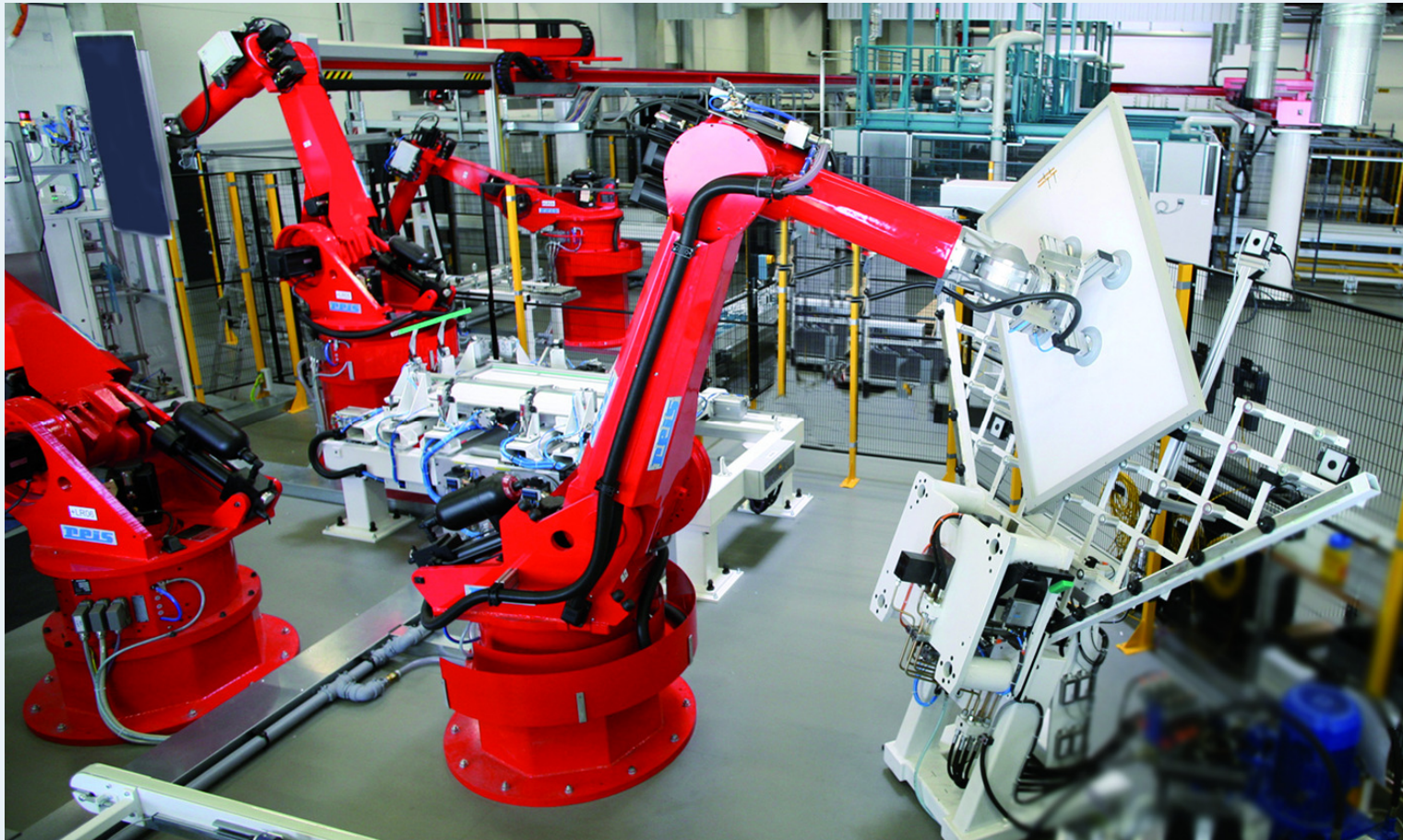
Modulprüfung



Modulprüfung



Modulprüfung



Kundennutzen

- Objektive automatisierte Qualitätskontrolle
- Kosteneinsparungen
- Ermöglicht Rückverfolgung der Solarzellenproduktion
- Erkennt und klassifiziert Fehlermerkmale praktisch ohne Pseudofehler zu generieren
- MES integrationsfähig
- Klassifizierung der Zellen
- ermöglicht automatisiertes Handling
- Qualitätssteigerung der Endprodukte durch schnellere und bessere Prozesskontrolle



Besuchen Sie unseren Stand Nr. 303 in der Halle B2.