

## PRÄZISE SOLARWAFER-INSPEKTION IM SEKUNDENTAKT

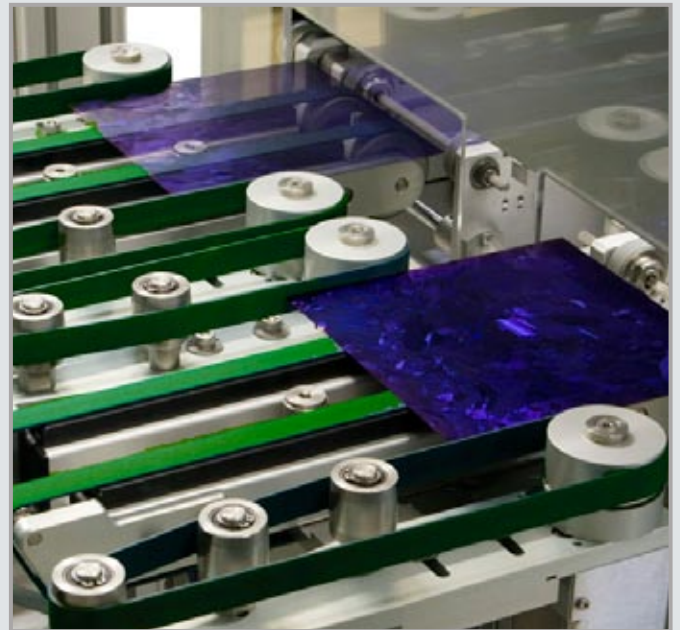
*Die ECKELMANN AG entwickelt und integriert Lösungen für die industrielle Bildverarbeitung in Anwendungen der Fabrikautomation. Das Leistungsspektrum reicht von der Analyse der Anforderungen über die herstellerunabhängige Auswahl geeigneter Komponenten für die Bildverarbeitung bis zur schlüsselfertigen Integration in neue oder bestehende Automatisierungslösungen.*

*Ein Applikationsschwerpunkt sind Komplettsysteme für die Photovoltaik-Industrie. Die Produktreihen E•SEE-Waferinspect und E•SEE-Modulinspect umfassen integrierbare Inspektionssysteme für viele Produktionsschritte der Solarzellen- bzw. der Solarmodul-Herstellung. Dank der überzeugenden Leistungsmerkmale bei Taktzeit und Zuverlässigkeit konnte ECKELMANN insb. das System E•SEE-Waferinspect zur Inline-Inspektion von gesägten monokristallinen oder polykristallinen Siliziumwafern schnell am anspruchsvollen Photovoltaik-Markt etablieren und erste Serienkunden gewinnen.*

### *Optische Inspektion: Erfolgsfaktor in der Solarzellen-Herstellung*

Am Anfang eines jeden Solarmoduls stehen die Siliziumwafer, mattgraue, 0,2 mm starke Rohwafer. Wird ihre Güte zu Beginn der Produktion zuverlässig getestet, verbessert das die Qualität und verringert die Produktionskosten. Die automatische Qualitätskontrolle durch berührungslose, optische Inspektion ist deshalb ein strategischer Erfolgsfaktor bei der Fabrikation von Siliziumwafern, Solarzellen und Solarmodulen. Gefragt sind dafür neben Kameras mit hoher Auflösung Systeme zur industriellen Bildverarbeitung (machine vision), die Bilder präzise und mit einer kurzen Taktzeit analysieren können.

Ein solches System zur Inspektion von mono- und polykristallinen Rohwafern haben jetzt Ingenieure der ECKELMANN AG in Wiesbaden entwickelt. An Präzision und Geschwindigkeit wurden hierbei hohe Ansprüche gestellt.



WAFERTRANSPORT UND HANDLING IN DER PHOTOVOLTAIK-INDUSTRIE



LASERRITZE IN SILIZIUMSOLARZELLE

Das Prüfsystem leistet mehr als ähnliche Systeme anderer Hersteller: Es erkennt nicht nur zuverlässig Fehler in der Kontur des Wafers und Oberflächen-Fehler wie Verschmutzungen und Verunreinigungen sowie Störungen in der Kristallstruktur. Darüber hinaus vermisst es präzise geometrische Eigenschaften wie die Kantenlängen. Die leistungsstarken Algorithmen der eingesetzten Softwarebibliothek HALCON können hier zeigen, was sie können. Die bewährte Softwarebibliothek des Münchner Unternehmens MVTec ist auf die Bildverarbeitung spezialisiert und stellt ein breites Spektrum an Funktionen bereit.

## E•SEE-WAFERINSPECT

### *Leistungsstarke Komponenten – intelligent zu einer Gesamtlösung verbunden*

Die Qualität der Gesamtlösung für die Solarwafer-Inspektion wird zu einem guten Teil durch die kompetente Auswahl der benötigten Hard- und Softwarekomponenten bestimmt. Hier zählt sich das Know-how der ECKELMANN AG als eines breit aufgestellten Systemintegrators mit über 30 Jahren Erfahrung in der Industrieautomation aus. Schon mit der Wahl der Bildverarbeitungs-Software HALCON wird ein vielfach bewährter Standard eingesetzt.

Auch bei der Kamera setzt ECKELMANN auf Spitzentechnik: Ein homogenes Sensorarray aus nahezu 5 Millionen lichtempfindlichen CMOS-Pixeln mit einer Kantenlänge von jeweils 2,2 µm fängt die Photonen auf, die von dem Wafer reflektiert werden. Die Rede ist von der Farbkamera UI-5480 aus der uEye®-Serie von IDS (Auflösung: 2560 px x 1920 px, 5 Megapixel). Die Kamera ist mit einem hochauflösenden Objektiv versehen.



FARBKAMERA UI-5480 AUS DER UYEY®-SERIE VON IDS

### *Optimale Sichtverhältnisse*

Durch eine spezielle Konstruktion aus verschiedenen LED-Beleuchtungen und Diffusoren sowie einer durchdachten Gehäuse-Geometrie können unterschiedliche Beleuchtungssituation erzeugt werden.

Dies ist wichtig, da manche Prüfmerkmale nur bei einer bestimmten Beleuchtung sichtbar sind. Von jedem Wafer werden daher auch zwei bis drei Aufnahmen (je nach Ausbaustufe) bei verschiedenen Beleuchtungen gemacht, die als Grundlage für die automatische Inspektion dienen.

Im Durchlicht wird die Wafergeometrie bestimmt – unter anderem Kantenlängen, Eckenwinkel und Fasenlängen.

Die Kantenlängen werden mit einer Messabweichung von maximal  $\pm 50 \mu\text{m}$  ermittelt – eine Dimension, die das menschliche Auge ohne Hilfsmittel wie Lupen nicht auflösen kann. Auch Kantenausbrüche und Ausmuschelungen, die sogenannten Chips, werden sicher erkannt und quantifiziert.



E•SEE KOMPLETTSYSTEM ZUR SOLARWAFFER-INSPEKTION

### *Präzision und Produktivität: Optische Inspektion in Höchstgeschwindigkeit*

Die hohe Präzision bei einer zugleich zeitkritischen Anwendung zu erreichen, war eine schwierige aber auch reizvolle Aufgabe für die Ingenieure der ECKELMANN AG. Die Performanz kann sich sehen lassen: Bei zwei Aufnahmen pro Wafer beträgt die Mess- und Auswertzeit gerade einmal 0,8 Sek. Unter Berücksichtigung der Transportzeiten können somit bis zu 3.600 Wafer im Idealfall stündlich begutachtet werden.

Anhand einer optionalen dritten Bildaufnahme kann zusätzlich noch die Kristallstruktur eines polykristallinen Wafers geprüft werden.

## ZUVERLÄSSIGE SOLARWAFER-INSPEKTION IM SEKUNDENTAKT

### Übersichtliche Bedienung und Visualisierung, Anbindung an übergeordnete IT-Systeme

Eine übersichtliche und auf das Wesentliche beschränkte Bedienoberfläche (Graphical User Interface) stellt die Bilder und Auswertungsdaten dar und kann leicht auf kundenspezifische Aufgaben abgestimmt werden. Das System verfügt darüber hinaus über einen integrierten Selbsttest und eine erweiterbare Datenbank mit Testbildern, so dass auch neue Fehlertypen jederzeit „angelernt“ werden können.

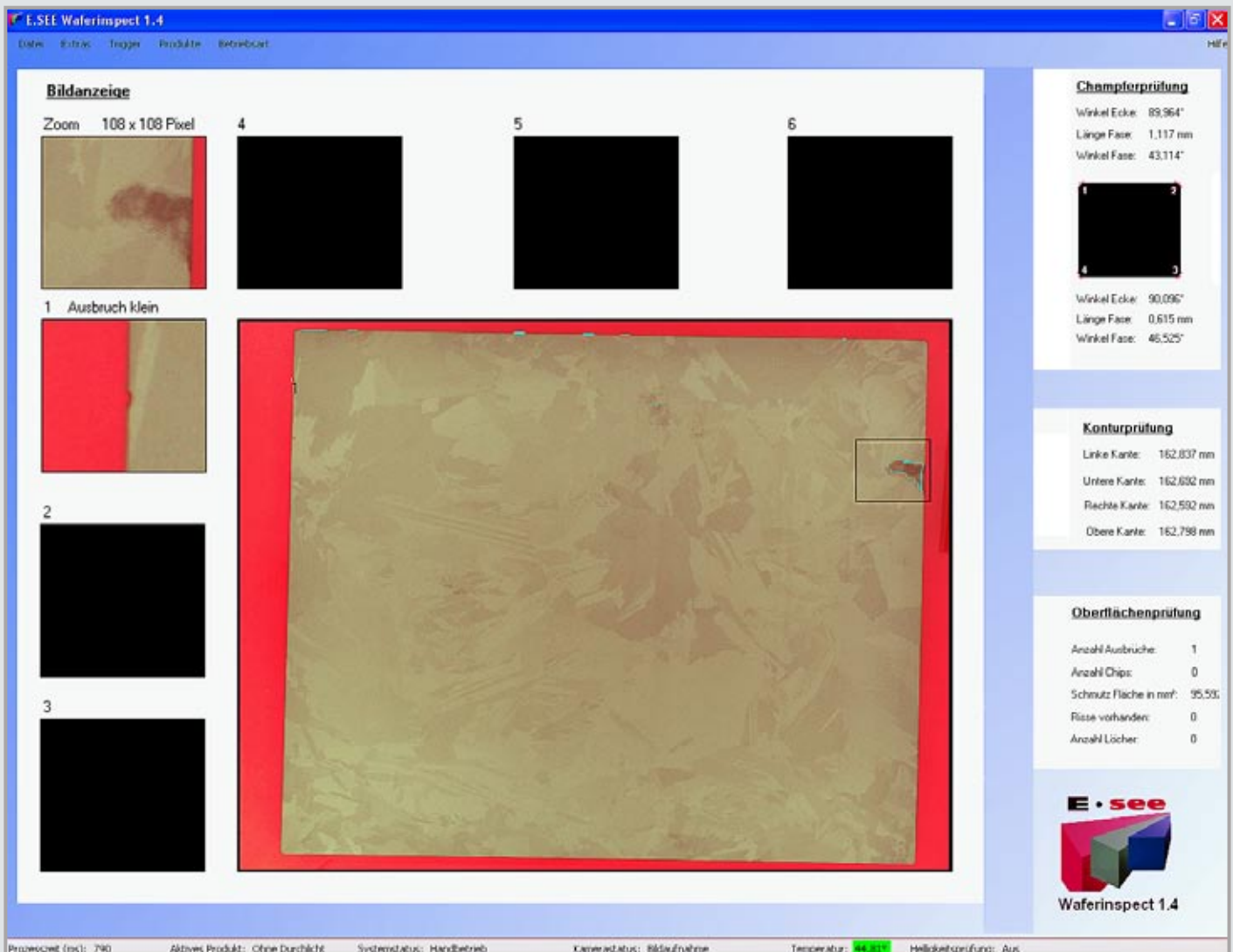
Über einen konfigurierbaren Klassifikator teilt die Software die Wafer in Güteklassen ein. Durch die Einbindung in die bestehende IT-Infrastruktur und die statistische Auswertung der Messergebnisse wird E•SEE Waferinspect zu einem bedeutsamen Bestandteil des Qualitätsmanagements. Werden Fehler erkannt, kann mit minimalen Responsezeiten

in die Produktion eingegriffen werden. Industrielle Bildverarbeitung hilft, die Qualität zu steigern und verringert den Ausschuss an fehlerhaften Wafern.

### Flexible Anpassung an den Produktionsprozess

Das beschriebene System lässt sich ohne großen Aufwand für Inspektionsaufgaben in anderen Phasen der Waferproduktion wie z.B. der Kantenisolation anpassen.

Die benötigten Komponenten wie z.B. Kameras werden dabei in Abhängigkeit der applikationsspezifisch geforderten Prozess-Geschwindigkeit oder Auflösung des Inspektionssystems individuell ausgewählt. Auch die Kommunikation mit übergeordneten kundenseitigen IT-Systemen und mit anderen Automatisierungskomponenten erfolgt kundenspezifisch.



# E•SEE: INTEGRIERTE LÖSUNGEN FÜR DIE INDUSTRIELLE BILDVERARBEITUNG

Die industrielle Bildverarbeitung ist eine der Schlüsseltechnologien zur Produktionsautomation. Voraussetzung ist eine nahtlose Integration der Bildverarbeitungssysteme in das Automatisierungstechnische Umfeld und die kompromisslose Berücksichtigung aller Störeinflüsse.

Die langjährige Erfahrung der ECKELMANN AG in der Automatisierungstechnik sowie ein breites Know-how in vielen unterschiedlichen Anwendungsbranchen ist die solide Grundlage eines kompletten Leistungskatalogs im Bereich der industriellen Bildverarbeitung:

- ▶ Beratung und Konzeptentwicklung; ggf. Durchführung von Machbarkeitsstudien
- ▶ Mitarbeit bei der Erstellung von Lasten- und Pflichtenheften
- ▶ Auswahl und Lieferung der Systemkomponenten
- ▶ Systemintegration
- ▶ Elektroanlagenkonstruktion und Schaltschrankbau
- ▶ Installation und Inbetriebnahme
- ▶ After Sales Service: Wartung und Weiterentwicklung, Schulung

Dieses Profil schafft ideale Voraussetzungen für integrierte Lösungen von Anwendungen der industriellen Bildverarbeitung:

- ▶ **Hohe Leistungstiefe:** Systeme für die industrielle Bildverarbeitung vom Teilsystem bis zur schlüsselfertigen Gesamtlösung aus einer Hand.
- ▶ **Automatisierungstechnisches Know-how:** Vollständige und nahtlose Integration der Bildverarbeitung in das Produktionsumfeld, ggf. unter Nutzung bestehender Infrastrukturen.
- ▶ **Kundennähe:** Anpassungen der Bildverarbeitung nach Kundenwunsch mit frühzeitiger Projektwirkung des Bedienpersonals gewährleisten hohe Akzeptanz im Betrieb.
- ▶ **Unabhängigkeit:** Die herstellerunabhängige Verwendung von Standardkomponenten der Bildverarbeitung gewährleistet Offenheit, Effektivität und Erweiterbarkeit.
- ▶ **Flexibilität:** Die optimale Kombination von Industriestandards und Individuallösungen sorgt für ein besonders günstiges Kosten-Nutzen-Verhältnis.

## ECKELMANN GRUPPE

- ▶ ECKELMANN AG, Wiesbaden (gegründet 1970)
- ▶ Ferrocontrol Steuerungssysteme GmbH & Co. KG, Herford (gegründet 1973)
- ▶ TEB GmbH, Flörsheim (gegründet 1954)
- ▶ TEB s.r.o., Tvrdonice, Tschechische Republik (gegründet 2005)

Jahresleistung (2007): 55 Mio. EUR

Mitarbeiter (Mai 2008): 365

## Geschäftsbereiche der ECKELMANN AG

- ▶ Intralogistik
- ▶ Prozessleit- und Automatisierungstechnik
- ▶ Technologische Controlsysteme
- ▶ Embedded Control Systems
- ▶ Kälte- und Gebäudeleittechnik
- ▶ Bildverarbeitende Systeme

## Zertifiziert nach

- ▶ DIN EN ISO 9001:2000
- ▶ EN ISO 13485:2003, als Zulieferer für Entwicklung und Produktion von Medizinprodukten
- ▶ UL-gelisteter Schaltschrankhersteller nach UL-File E233027

