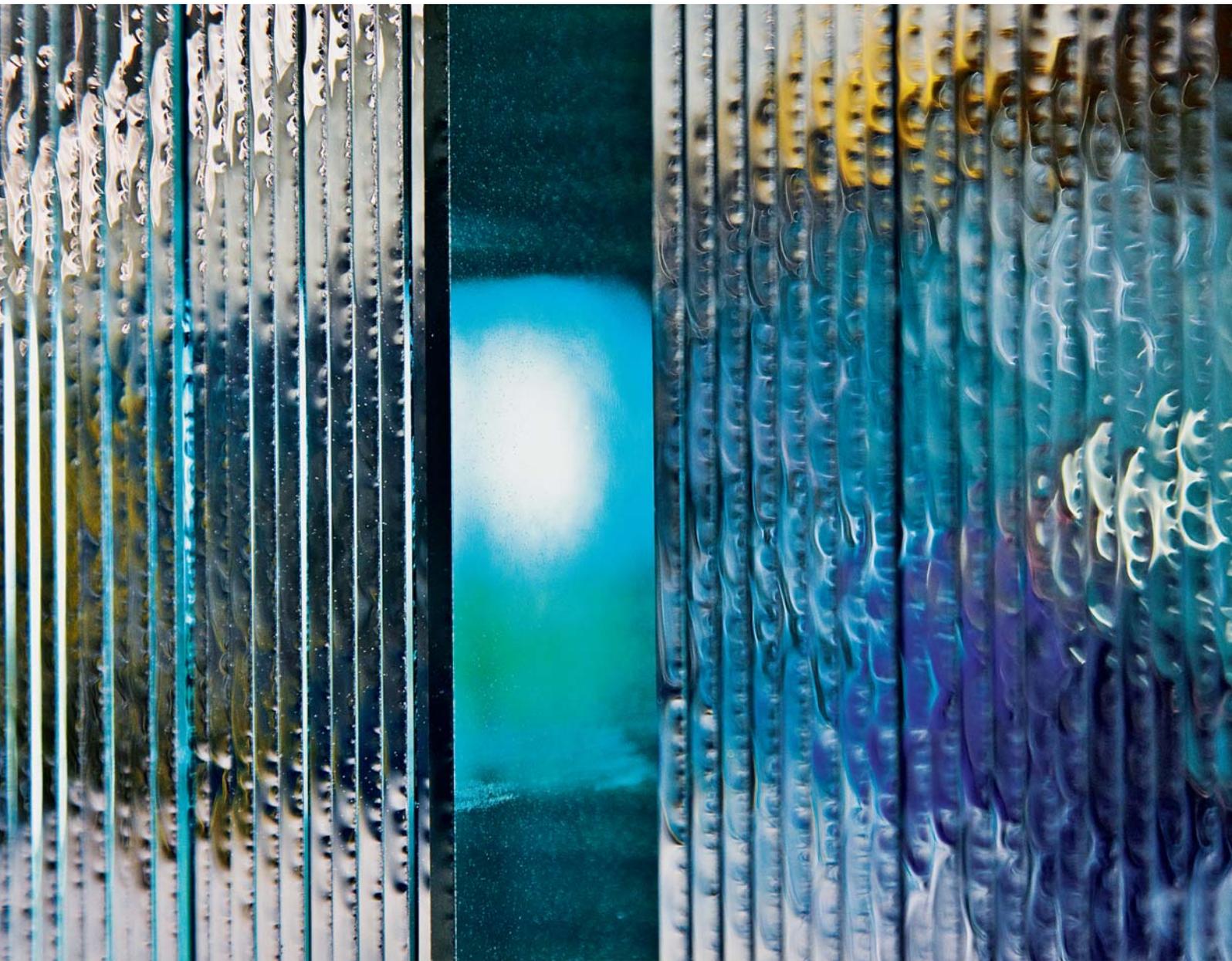


Hochmoderne Floatglasfabrik produziert täglich 700 Tonnen Flachglas



EtherCAT sorgt für den richtigen Durchblick

Die fl glass GmbH ist Hersteller von Qualitätsflachglas. Am Standort in Osterweddingen, bei Magdeburg, in Deutschland, betreibt das Unternehmen eine hochmoderne Fertigungsanlage, die täglich, im 24-Stundenbetrieb, 700 t Flachglas produziert. Neben Basisglas werden auch veredelte Produkte, wie Sicherheitsglas oder beschichtete Gläser mit Wärme- und Sonnenschutzfunktion, hergestellt. Abnehmer sind die Fensterindustrie und die Photovoltaikbranche. Mit der Automatisierung der Glasbeschichtungsanlage, auf Basis von Beckhoff-Steuerungstechnik, wurde die iSATT GmbH beauftragt.



Entstanden aus einem Joint-Venture des niederländischen Solarglaserstellers Scheuten und dem deutschen Unternehmen Interpane bündelt f | glass die langjährige Erfahrung und das Know-how zweier führender Glas- und Photovoltaikhersteller in einem Unternehmen mit modernsten Arbeitsabläufen und zukunftsweisenden Produktionsprozessen. Die technologische Kompetenz des Beschichtungsvorganges stammt von der Interpane Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft, einem Spezialisten für Anwendungstechnik, Schichtentwicklung, Maschinen- und Anlagenbau zur Herstellung von Spezialbeschichtungen für Flachglas.

Der äußerst komplexe Vorgang des Beschichtens erstreckt sich über eine Länge von ca. 180 Metern und eine Breite von ca. sechs Metern. Am Anfang und Ende der Beschichtungsanlage befindet sich jeweils eine Be- und Entladeeinheit für die Glasplatten, die per Rollenbahn an die Glasproduktionsanlage angekoppelt werden. Das Format der zu beschichtenden Flachgläser beträgt bis zu 7 x 3,30 m.

Hochmoderne Beschichtungstechnologie

Als Beschichtungstechnologie nutzt Interpane seit Jahren das sogenannte Sputterverfahren, bei dem die Beschichtung kontinuierlich unter Vakuum aufgebracht wird. Durch ein Kammerensystem wird das Glas von der Einlaufschleuse über die Transferkammer in den eigentlichen Beschichtungsbereich, die Sputterkammer, transportiert. Der Druck in der Sputterkammer wird dazu auf 10 – 3 mbar abgesenkt, so dass nahezu ein Vakuum einsteht. Um eine gleichmäßige Beschichtung zu erhalten, wird das Glas mit konstanter Geschwindigkeit unter den Werkzeugen hergeführt.

Beim Sputtern zündet im Vakuum – durch Anlegen einer hohen Spannung zwischen Kathode und Anode – ein Plasma. Dieses entsteht, wenn Atome des in die Kammer eingelassenen Edelgases Argon durch Zusammenstöße mit vorhandenen Elektronen zu schweren, positiv geladenen Argon-Ionen werden. Durch die hohe Spannung werden die Argon-Ionen nun zur Kathode hin beschleunigt, auf der das Target montiert ist, welches aus dem eigentlichen Beschichtungsmaterial (z. B. Silber) besteht. Die mit hoher Energie auftreffenden Ionen schlagen aus dem Target Material heraus, das sich wiederum als dünne Schicht auf dem Glas abscheidet. Zur Herstellung einer chemischen Verbindung der abgestäubten Target-Materialien wird zusätzlich Sauerstoff als Reaktivgas in die Kammer eingelassen.

Mit diesem Verfahren lassen sich verschiedene Beschichtungstypen aufbringen. Die so beschichteten Glasplatten werden z. B. als Isolierglas mit hervorragenden Wärmedämmeigenschaften für Gebäudefenster weiterverarbeitet.

Innovatives Konzept löst komplexe Anforderungen

iSATT, bereits seit Jahren für Interpane tätig und bestens mit der Prozesssteuerung von Beschichtungsanlagen vertraut, wurde mit der Entwicklung eines neuen Steuerungskonzeptes beauftragt, das folgenden Anforderungen Rechnung tragen sollte:

- | große Ausdehnung der Gesamtanlage und damit Verteilung der Feldbus-I/Os
- | hohe Anzahl von Feldbus-I/Os sowie PROFIBUS- und CANopen-Teilnehmern
- | Einbindung der Sicherheits-I/Os über einen gemeinsamen Feldbus
- | Integration kompletter Antriebsschränke mit Servoverstärkern zum Glastransport
- | modulares Bestücken der Sputterkammern mit eigenständigen Aggregaten zur Laufzeit der Steuerung ohne Neukonfigurierung
- | automatisches Erkennen des Bestückungszustandes der Sputterkammern
- | Kommunikationsanbindung zu den Be- und Entladeeinrichtungen über PROFIBUS
- | Anbindung an das Prozessleitsystem

Das innovative Konzept von iSATT sah vor, die bisherige Steuerung, bei der mehrere Fremd-CPU's im Einsatz waren, durch eine zentrale Steuerungsplattform zu ersetzen. Hierfür boten die hohe Performance des Beckhoff Industrie-PCs C5102, mit Intel®-Core™-2-Duo-CPU, die Beckhoff-SPS- und Motion-Control-Software TwinCAT PTP und das Feldbussystem EtherCAT, als „Backbone“ der Steuerung, die idealen Voraussetzungen.

„Folgende Überlegungen führten zur Entscheidung für dieses zentrale Konzept“, so iSATT-Geschäftsführer Peter Hennes: „Zum einen konnte die Querkommunikation zwischen verteilten Steuerungen entfallen. Ein weiterer Vorteil ist die zentrale Datenhaltung: Der Bediener/Instandhalter hat immer alle Daten auf einen Blick. Das heißt, die Signalverfolgung, Programmänderungen und Systempflege müssen nur an einer Stelle vorgenommen werden. Und es ist nur ein zentraler Remote-Zugriff erforderlich. Weiterhin ist nur ein einzelner EtherCAT-Master nötig, um allen Anforderungen an die Feldbustopologie bezüglich Ausdehnung und I/O-Anzahl gerecht zu werden.“ Jörg Mönnekes, Betriebsleiter der Beschichtung bei f | glass, fügt ergänzend hinzu: „TwinCAT trägt, aufgrund seiner Flexibilität und Modularität, den komplexen Anforderungen unserer Prozessabläufe in idealer Weise Rechnung.“

Das EtherCAT-Netzwerk umfasst derzeit 20 Servoregler mit EtherCAT-Slaveanschaltung, 22 EtherCAT-Klemmenstationen mit insgesamt 1000 digitalen und 60 analogen I/Os sowie 57 Sicherheitskanälen, 30 Hot-



Die Gesamtlänge der Produktionslinie beträgt 180 Meter.



Abschließend erfolgt die Qualitätsprüfung der Beschichtung. Dazu messen optische Sensoren die Lichtreflexion und die Transmission der Scheibe; zudem erfolgt noch eine elektrische Widerstandsmessung.

Connect-Gruppen mit insgesamt 830 digitalen I/Os, 41 PROFIBUS- und 21 CAN-Masteranschlüssen. Bis zum Endausbau der Anlage werden noch bis zu 30 weitere Hot-Connect-Gruppen mit ähnlicher Ausrüstung hinzu kommen.

Hot-Connect-Gruppen erlauben An- und Abkoppeln bei laufendem Betrieb

„Die Hot-Connect-Gruppen haben hier eine besondere Bedeutung“, erklärt Manfred Czybik, Leiter der Steuerungsentwicklung bei Interpane. „Eine der zentralen Forderungen an das Automatisierungskonzept war die flexible Bestückung der Sputterkammern mit Kathoden und/oder

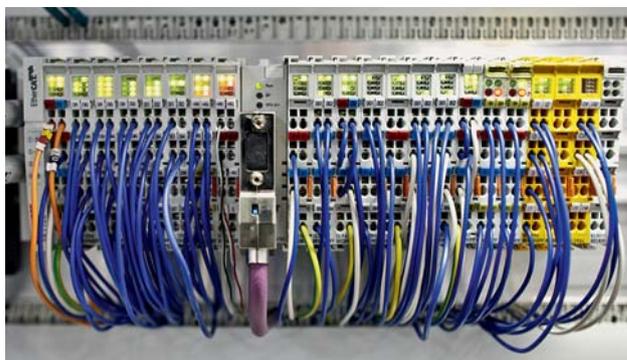
Turbomolekularpumpen ohne Konfigurationsänderung bei laufender Anlage. Zudem muss das System dem Bedienpersonal anzeigen, welche Bestückung gerade vorherrscht.“

Die Sputterkammern kann man sich wie einen großen horizontalen Setzkasten, vorstellen, in den von oben – je nach Verfahren und Prozessart – entweder eine Kathode mit Target oder eine Turbomolekularpumpe oder beides eingebracht werden. Insgesamt ist die Sputterkammer für 60 sog. Compartments ausgelegt. Jeder Kathodentyp erfordert eine unterschiedliche Verarbeitungstechnologie und bildet steuerungstechnisch eine Hot-Connect-Gruppe, die – je nach Aggregattyp – aus einer Anzahl von I/Os und PROFIBUS/CAN-Mastern besteht. Die Kathoden kommunizieren über eine zentrale Steckerverbindung mit der Steuerung. Der Vorteil besteht darin, dass die Hot-Connect-Gruppe zur Laufzeit der Steuerung innerhalb eines EtherCAT-Netzwerkes an beliebiger Position an- bzw. abgekoppelt werden kann.

Master und Slaves rücken näher zusammen

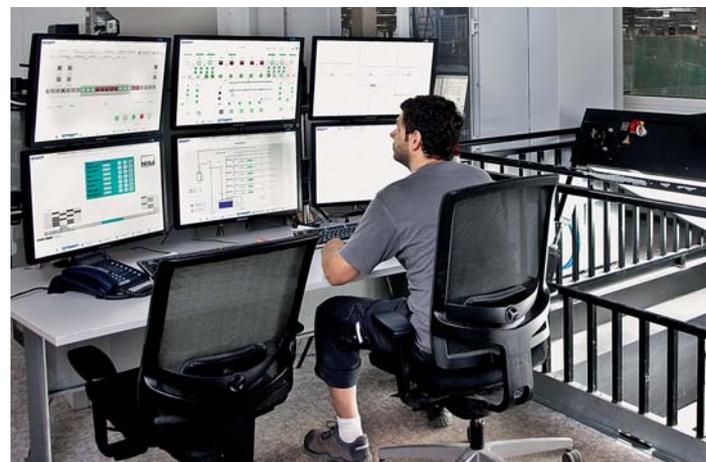
Ein weiterer Pluspunkt des EtherCAT-Klemmensystems, das sich innerhalb der Hot-Connect-Gruppe als Vorteil erweist, ist die integrierte Feldbusmaster- oder -slavefunktionalität. Die hohe Geschwindigkeit und große Bandbreite von EtherCAT erlauben es, notwendige Busmaster über PROFIBUS oder CANopen aus dem PC heraus in die Feldebene zu verlagern und diese an jeder EtherCAT-Busstation einzusetzen. D. h. die Daten von und zu einer solchen Feldbusmaster-/slaveklemme werden transparent in das EtherCAT-Protokoll eingefügt und erst in der Klemme logisch und physikalisch in das jeweilige Feldbusprotokoll umgewandelt. Damit können nahezu beliebig viele Feldbusmaster, verteilt in einem EtherCAT-Netzwerk, ihren Dienst verrichten. Als weiterer positiver Nebeneffekt reduzieren sich die Leitungslängen der Feldbusteilnehmer. Man bringt also den Master näher an die Slaves heran, wie das Beispiel eines Kathoden-Aggregates deutlich macht.

Durch die Vergabe einer Adresse am EtherCAT-Koppler EK1101 mit ID-Switch ist nicht nur der wahlfreie Betrieb an beliebiger Stelle innerhalb der Sputterkammer möglich, auch der Kathodentyp wird darüber identifiziert. Jedem Kathodentyp wird ein Adressbereich zugewiesen, der im PLC-Programm eingelesen und, entsprechend der Verwendung, steuerungstechnisch eingebunden wird.



Alle Sicherheitseinrichtungen der Anlage, mit allen Not-Aus-Tastern entlang der Transferstrecke, werden über die in das Beckhoff-I/O-System integrierten TwinSAFE-Klemmen realisiert.

Leitwarte





Als letzter Schritt erfolgt die Aufnahme der fertigen Scheiben mit einem Handhabungsroboter auf Transportständer. In einer normalen Schicht wird im Minutentakt eine fertige Glasplatte aus der Anlage entnommen.

Motion Control sorgt für gleichbleibenden Glastransport

Der Glastransport in und aus den Sputterkammern heraus erfolgt durch Servoantriebe. Die zentral berechneten Sollwerte werden über EtherCAT zyklisch an die Servoantriebe übermittelt. Zunächst werden die vor Ort hergestellten Glasplatten über einen Handhabungsroboter auf die Rollenbahnen der Anlage eingefördert. Hier durchfahren die Platten eine Waschanlage, welche das Trennmittel entfernt, das zur Verhinderung der Adhäsion zwischen den Glasscheiben beim Lagern aufgetragen wird. Anschließend werden die Glasplatten durch drei Kammern verfahren, in denen stufenweise das benötigte Vakuum aufgebaut wird. Positioniert auf einen Abstand z. B. von 10 cm fahren die Glasplatten in die Sputterkammer ein, wo der beschriebene Beschichtungsvorgang stattfindet. Um einen homogenen Materialauftrag zu erreichen, ist es extrem wichtig, dass der Glastransport schwankungsfrei geschieht.

Steht das Glas wieder unter Hallenatmosphäre, erfolgt die Prüfung der Beschichtung. Dazu messen optische Sensoren die Reflexionen und die Transmission der Scheibe; zudem erfolgt noch eine elektrische Widerstandsmessung, die ebenfalls Aufschluss über die Güte der Beschichtung gibt. Als letzter Schritt erfolgt die Aufnahme der fertigen Scheiben mit einem Handhabungsroboter auf Transportständer. In einer normalen Schicht wird im Minutentakt eine fertige Glasplatte aus der Anlage entnommen.

Integrierte Sicherheitstechnik

Alle Sicherheitseinrichtungen der Anlage, mit allen Not-Aus-Tastern entlang der Transferstrecke, werden über das integrierte Beckhoff TwinSAFE-System realisiert. Im Falle einer Not-Aus-Betätigung schalten alle Antriebe,

Ventile und Netzgeräte für die Plasmaerzeugung ab. Insgesamt übernehmen vier TwinSAFE-Logic-Klemmen KL6904 die Auswertung der sicheren Eingänge und die Abschaltung der Ausgänge. Die Kommunikation der TwinSAFE-Klemmen untereinander erfolgt – zusammen mit dem Prozessdatenverkehr der Steuerung und der I/O-Ebene – über EtherCAT.

Zentrales Steuerungskonzept

Trotz der Ausdehnung und Komplexität der Anlage entschied sich f | glass für einen zentralen Steuerungsaufbau. „Die Vorteile liegen für uns auf der Hand“, erläutert Alexander Kick, Automatisierungsexperte bei f | glass: „Zum einen fällt keine Querkommunikation an, wie bei dezentralen Steuerungskonzepten; zum anderen hat der Bediener bzw. Entwickler durch die zentrale Datenhaltung alle Informationen auf einen Blick. Außerdem reduziert sich der administrative Aufwand bei der Signalverfolgung, bei Programmänderungen, bei der Systemverwaltung und Archivierung und beim zentralen Remote-Zugriff.“

Einfache Handhabung trotz komplexer Steuerungstechnik

Die Visualisierung und Leitsteuerung der Beschichtungsanlage ist via ADS mit TwinCAT gekoppelt. Über 5.000 Variablen werden per Ethernet zwischen dem Steuerungs-PC und dem Leitrechner ausgetauscht. Die physikalische Schnittstelle zwischen Leitsystem und Steuerung bildet Ethernet TCP/IP.

f | glass GmbH www.fglass.de

iSATT GmbH www.isatt.de

Interpane Entwicklungs- und Beratungsgesellschaft GmbH
www.interpane.com

