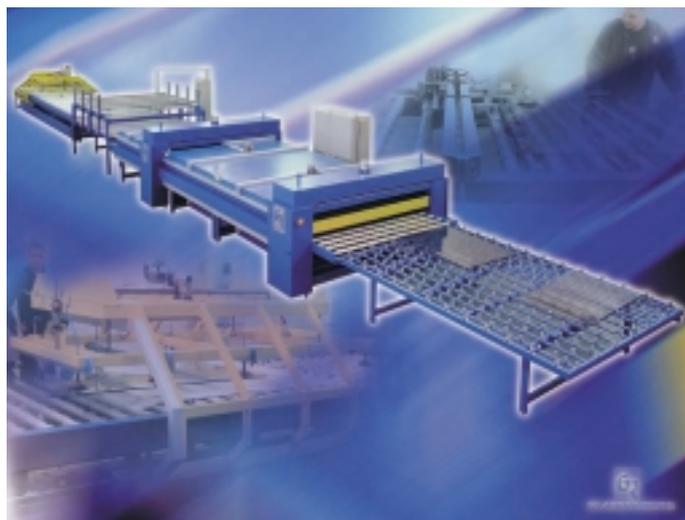


Flachglaslaminierungslinien von Glassrobots:

# Mehr Sicherheit durch VSG

Verbundglas bietet überlegene Sicherheit, da es nicht wie normales Glas in scharfe Splitter zerbricht. Es ist ein ausgezeichnetes Material für Anwendungen, bei denen erhöhte Anforderungen an die Sicherheit gestellt werden: vom einbruchssicheren Fenster bis zur schußsicheren Scheibe. Verbundglas eignet sich für Glasdächer und für Trennwände in Einkaufszentren, Banken und öffentlichen Gebäuden. Auch für Balkonfenster oder Geländer findet es zunehmend Verwendung.

Das finnische Unternehmen Glassrobots, wird traditionell mit gebogenem Verbundglas für Gebäude und Automobile in Verbindung gebracht. Mit im Produktprogramm sind komplette Fertigungslinien für die Herstellung von flachem VSG



Verbundglas ist ein hervorragendes Baumaterial, das gute Schallisolierung und Schutz vor schädlichen Hitze- und UV-Strahlen bietet. Außerdem wirkt es energiesparend. Durch verschiedene Farbkombinationen von PVB-Folie und Glas läßt sich eine attraktive Wechselwirkung mit anderen Baumaterialien erreichen.

Immer häufiger kommt heute gehärtetes Flachglas zum Einsatz, das nachträglich laminiert wird. Dies bedeutet, daß die Laminierungsfolie zu rechtgeschnitten werden muß. Fertigungslinien, die für die Herstellung von Standard-Jumbogrößen konstruiert sind, besitzen in der Regel nicht die notwendige Flexibilität für die Produktion von Sondergrößen.

Die Firma Glassrobots, die traditionell mit gebogenem Verbundglas für Automobile und Gebäude in Verbindung gebracht wird, hat auch komplette Fertigungslinien für die Herstellung von flachem VSG in ihrem Programm.

### Grundlagen

Das Grundprinzip bei der Produktion von Verbundglas ist die Verbindung von zwei oder mehr Glasscheiben. Dies kann durch Gießharz, PVB-Folie (Polivinylbutyral-Plastik) oder EVA-Folie (Ethylvinylacetat-Plastik) geschehen.

Bei Verfahren mit Gießharz wird das Harz zwischen die Glasscheiben gegossen und dann mit UV-Lampen vulkanisiert. Auch Harze, die an der Luft vulkanisieren, sind auf dem Markt.

Gießharzverfahren haben den Vorteil, daß kein Autoklav benötigt wird. Das Verfahren nimmt jedoch relativ viel Zeit in Anspruch und ist nicht für die Produktion großer Stückzahlen geeignet. Zudem ist die Verwendung von Gießharz-Verbundglas bestimmten Beschränkungen unterworfen: so kann es z. B. nicht bei der Überkopfverglasung eingesetzt werden.

In einigen Fällen haben Gießharz-Produkte besonders gute schallisolierende Eigenschaften, da das Harz zwischen den Glasscheiben weicher ist als andere Lamine. Wenn für schußsichere Scheiben Polycarbonat verwendet wird, kann zwischen dem Polycarbonat und dem Glas Gießharz eingesetzt werden. Wird dagegen PVB verwendet, muß die Polycarbonat-Oberfläche mit einem Polyurethan-Film überzogen werden.

Die Laminierung mit EVA-Folie erfordert nur einen Entlüftungsprozeß und keine Härtung im Autoklaven. Verbundglas mit PVB-Folie wird normalerweise entlüftet und im Autoklaven gehärtet. Zwar ist auch PVB-Folie

auf dem Markt, die nicht gehärtet werden muß, ihre Verarbeitung ist jedoch zeitaufwendig und spielt noch keine große Rolle.

Bei der Entlüftung des Laminats in einer Vakuumkammer für gebogenes oder flaches Glas wird die Luft mit einer Vakuumpumpe abgesaugt (dies kann auch in einem Autoklaven geschehen). Bei der Entlüftung in der Vorpresse für Flachglas wird die Luft durch Preßwalzen herausgepreßt.

Das Vakuumverfahren besteht aus je einem Arbeitsgang bei Normaltemperatur und einem bei Hitze. Um die Luft zwischen den Glasscheiben abzusaugen, werden entweder Vakuumschalen an den Rändern des Glases angebracht, oder es werden wiederverwendbare Vakuumbehälter oder Einmalbehälter aus Polyethylen eingesetzt, die die Glasscheiben ganz umschließen. Meistens werden Vakuumbehälter o. ä. bevorzugt, besonders bei Gläsern, die scharfe Ecken, eine schwierige Form oder viele Löcher aufweisen.

Der Unterschied zwischen der Entlüftung mit PVB-Folie, für die kein Autoklav benötigt wird, und mit „normaler“ PVB-Folie, liegt in der erforderlichen Temperatur. Autoklavfreies PVB (AF-PVB) muß bei 135 °C anstatt bei 80 °C entlüftet werden, und der Prozeß dauert länger. Die erhöhtlichen AF-PVB können nur in

einer Vakuumkammer oder einem Vakuum-Conveyer verarbeitet werden, nicht jedoch in einer Vorpresse.

Am häufigsten wird deshalb „normale“ PVB-Folie verwendet, die sowohl entlüftet als auch im Autoklaven gehärtet wird.

### *Erforderliche Arbeitsgänge*

Die Laminierung von Flachglas umfaßt eine Reihe von Arbeitsgängen, die jeweils auf etwas unterschiedliche Weise durchgeführt werden können: Laden, Waschen, Positionieren, Montieren, Entlüften und Autoklavieren.

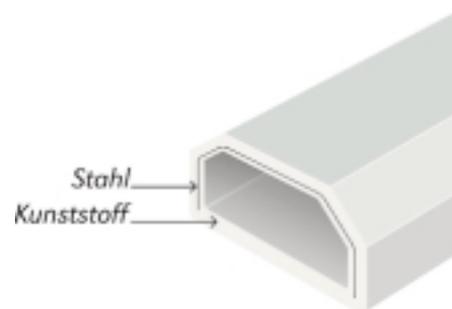
**Laden:** Geladen wird wahlweise mit einem Ladelifter, einem Freifalltisch oder einem Kipptisch. Die Waschmaschine kann entweder direkt durch den Ladetisch beschickt werden, oder es muß ein ausreichend langer Lade-Conveyer installiert werden.

**Waschen:** Bei Laminierungslinien für Flachglas kommen meistens Horizontalwaschmaschinen zum Einsatz.

Auch Vertikalwaschmaschinen sind möglich, wenn das Glas nach dem Waschen durch einen Kipp-Conveyer in die Laminierungskammer transportiert wird.

Bei der Beschickung einer Laminierungslinie ist es oberstes Gebot, daß das Glas völlig trocken ist, bevor die Beschichtung beginnt. Außerdem sollte unbedingt weiches Wasser benutzt werden. Ist das verfügbare Wasser nicht weich genug, muß ein Enthärter eingefügt werden. Es gibt zudem die Möglichkeit, entmineralisiertes Wasser, das in einem Entmineralisierungssystem durch Umkehrosmose oder Ionenaustausch gewonnen wird, zu verwenden. Moderne Waschmaschinen sind immer auch für weichbeschichtetes Glas geeignet.

**Positionierung:** Um eine exakte Beschichtung zu gewährleisten, müssen die Glasscheiben zunächst einmal auf dem Positionierungstisch plziert werden. Sie werden stets in die gleiche Position gebracht, indem der Positio-



*Die Ferndiagnose-Software „GlassButler“ erlaubt es den Technikern von Glassrobots, per Modem weltweit Verbindung zu Fertigungslinien von Kunden aufzunehmen*

nierungstisch leicht gekippt und das Glas bis zu einem Grenzwertschalter vorgeschoben wird.

Nun nimmt der „Lamirobot“ die Scheibe auf und transportiert sie zum

Montagetisch, so daß sie auf dem Tisch stets dieselbe Position einnimmt. Die Vakuumsauger des „Lamirobots“ werden i. d. R. von Hand bedient, d. h., wenn die Glasscheibe klein ist, müssen die Vakuumventile von Hand geöffnet und geschlossen werden. Automatische Sauger erkennen von selbst, ob sie eine Scheibe unter sich haben.

**Montage:** Am Montagetisch wird die PVB-Folie zwischen die Glasscheiben gebracht. Platzieren und Schneiden werden i. d. R. von Hand vorgenommen. Die PVB-Folie wird vom Rollhalter gezogen und dann geschnitten. Bei der Verwendung von Durchschußbögen wird die Folie automatisch auf den Rollhalter gespult.

Bei automatischer Zufuhr und automatischem Schneiden der Folie kann die gewünschte Länge vor dem Schneiden eingestellt werden. Die Folie wird dann bis zur eingestellten Länge von der Rolle gezogen und vom PVB-Schneider abgeschnitten. Im voll automatisierten Verfahren wird die Folie direkt auf der Glasoberfläche plaziert und muß nicht herausgezogen werden.

Unmittelbar nach dem Schneiden wird überschüssige PVB-Folie an den Glasrändern gestutzt. Dies geschieht meistens von Hand. Das menschliche Auge bringt bessere Ergebnisse als ein automatischer Trimmer. Insbesondere für die Mischfertigung ist das vollautomatische Verfahren nicht sonderlich geeignet, da ständig neue Einstellungen vorgenommen werden müssen.

Der Montagetisch ist in zwei Hälften gegliedert, so daß die Glasscheiben auf der zweiten Hälfte beschichtet werden können. Bei diesem Vorgang ist der „Lamirobot“ in Gebrauch und die vordere Hälfte des Montagetischs ist tiefgestellt, so daß kleine Glasscheiben direkt auf die hintere Hälfte des Montagetischs gebracht werden können.

Es ist außerdem möglich, die Vorpresse mit einem ganzen Stapel kleiner Glasscheiben zu beschicken, was die Produktionskapazität für kleine Verbundgläser erhöht. Dabei legt der Montagetisch je nach Beladung die ganze oder nur die halbe Strecke zur Vorpresse zurück.

**Entlüftung:** Die gebräuchlichste Anordnung für die Entlüftung besteht aus einer Vorheizkammer gefolgt von einer ersten Preßwalze und einer

### Technische Eigenschaften

Die Flachglaslaminiierungslinien von Glassrobots haben folgende Eigenschaften:

- Gleichermaßen geeignet für die Produktion von Standard- und Spezialgrößen.
- Stapelweise Verarbeitung kleiner Scheiben möglich (Kapazitätsoptimierung).
- Hohe Qualität und Effizienz durch zweistufiges Erhitzen und Pressen.
- Effektive Erhitzung von normalem, farbigem oder beschichtetem Glas durch hoch konvektive Heizelemente.
- Justierung der Preßwalzen und der Conveyer-Geschwindigkeit durch automatische Messung der Laminatdicke.
- Maximale Beschickungsbreiten: 1600 mm, 2200 mm und 2500 mm.
- Bedienungs- und wartungsfreundliche Konstruktion mit auf Windows basierender Benutzeroberfläche. Diese zeigt alle Funktionen der Fertigungslinie an und erlaubt es, die Parameter des Produktionsablaufs zu speichern. Speicherung der optimalen Luftfeuchtigkeit und Temperatur im Säuberungs- und im Lagerraum möglich.
- Voller technischer Support bei Installation und nach Inbetriebnahme.
- Individuelle Lösungen möglich, insbesondere für die Beschichtung von gehärtetem Glas und Spezialglas.

Hauptheizkammer mit einer zweiten Preßwalze. Als Heizung kann entweder Infrarot-Strahlung oder Konvektionswärme eingesetzt werden. Bei der Konvektionsheizung trägt natürlich auch die Strahlungswärme der Heizelemente zur Gesamtleistung bei.

Die Vorheizkammer sorgt dafür, daß die PVB-Folie weich ist, wenn sie durch die erste Presse läuft. Hier wird der größte Teil der Luft herauspreßt, bevor in der Hauptheizkammer die Versiegelung der Glasränder einsetzt. Die restliche Luft wird durch die zweite Presse ausgepreßt.

Glassrobots verwendet eine Kombination von Konvektions- und Strahlungswärme (Heizelemente und Gebläse), die sich bei gemischter Fertigung und besonders bei mehrschichtigen, reflektierenden, bemalten oder bedruckten Gläsern als höchst effektiv erwiesen hat. Bei dieser Methode ist es nicht notwendig, ständig die Wellenlänge der Infrarot-Elemente zu verstellen, und sie erzeugt eine gleichmäßige Rundumhitze.

Die Kammern mit Konvektionsheizung sind auch als hoch konvektive Einheiten lieferbar. In diesen ist die Luftzirkulation noch wirksamer gestaltet, und die Heizelemente befinden sich in Kanälen. Hoch konvektive Einheiten können die doppelte Kapazität einer normalen Konvektionseinheit erreichen. Bei der Herstellung dicker Gläser in einer hoch konvektiven Einheit ist es nicht unbedingt notwendig, die Gläser in der Hauptheizkammer zu schwenken.

**Entladen:** Das Entladen der Vorpresse kann auf einen Rollentisch erfolgen, von dem das beschichtete Glas entweder von Hand oder mit einem

Entladelifter genommen wird. Häufig wird ein Kipptisch verwendet, von dem das Glas auf das Autoklavengestell gehoben wird.

**Autoklavieren:** Nach der Beschichtung muß das Glas noch gehärtet werden. Dies geschieht in einem Autoklaven. Während dieses Arbeitsgangs sind je nach Glastype etwas unterschiedliche Temperaturen und Drücke erforderlich.

**Steuerung:** Die Fertigung wird normalerweise mittels eines kleinen Kontrollbildschirms gesteuert. Bei Glassrobots wird zu diesem Zweck ein PC verwendet, der den Bediener mit einer Fülle von Transferdaten, z. B. den Temperaturen, der Position der Preßwalzen und der Geschwindigkeit des Conveyers, versorgt. Diese Daten können beispielsweise einmal pro Tag zur späteren Verwendung gespeichert werden. Außerdem können Ausdrücke erstellt und Animationen über die Funktionen der Fertigungslinie abgerufen werden. Es ist möglich, die Alarmer zu modifizieren, um sie genauer unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten zuzuordnen.

Die Steuerung per PC bietet auch die Option der Fernsteuerung mittels „GlassButler“. Diese Ferndiagnose-Software erlaubt es den Technikern von Glassrobots, per Modem Verbindung zur Fertigungslinie eines Kunden aufzunehmen. Daten über Temperatur und Luftfeuchtigkeit in den Laminierräumen und den PVB-Lagerräumen können zudem in das PC-System mit aufgenommen werden.

Anders Holmqvist

Glassrobots  
FIN-33960 Pirkkala, Finnland  
Tel. (0 03 58) 3 31 32 30 00  
glassrobots@glassrobots.fi  
www.glassrobots.fi