



— ANIKA BANK

Die neue Lichtquelle

Ein neues Fensterglas von Saint-Gobain lässt viel Licht durch, reduziert aber signifikant Wärmeverluste. Alles, was es dazu brauchte, war eine unmögliche Laseroptik.

Da steht sie: beeindruckende 45 Meter lang und acht Meter breit. Eine Art Brücke überspannt sie über eine Breite von 3,30 Metern. Sie trägt acht hochgenau gefertigte Boxen mit jeweils einer Optik. Jede ist über Lichtleitkabel mit leistungsstarken TruDisk Lasern verbunden.

Gemeinsam erzeugen die zwölf Hochleistungslaser 144 Kilowatt Leistung. Diese geballte Strahlpower bringt nicht etwa Stahl zum Schmelzen. Sie erhitzt lediglich eine nur wenige Nanometer dünne Silberschicht und wandelt sie vom amorphen in einen kristallinen Zustand um. Eine kleine Veränderung mit Riesenfolgen.

— **Monstermaschine für Jumbo-Glas**

Die Monsteranlage steht in Köln-Porz beim französischen Glashersteller Saint-Gobain. Außergewöhnlich ist die Rapid Thermal Processing Unit, die zur Wärmebehandlung von Funktionsbeschichtungen wie Silber auf sogenanntem Jumbo-Glas dient.

Das Glas wird bei Saint-Gobain produziert und ist 3,20 Meter breit, sechs Meter lang und rund 750 Kilogramm schwer. Bei der Wärmebehandlung gleiten die Glasplatten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 25 Metern pro Minute auf einer Förderstrecke unter der Brücke hindurch.

— **Kurz heiß gemacht**

Die hohe Geschwindigkeit ist entscheidend, denn die weniger als 100 Mikrometer dünne Laserlinie erhitzt die Beschichtung mit hoher Intensität, aber nur ganz kurz auf über 500 Grad. Bei dieser Temperatur kristallisiert das Silber. Da die Beschichtung den Großteil der Laserenergie absorbiert und die Einwirkzeit nur sehr kurz ist, bleibt das Glassubstrat vom Hitzeintrag fast



unberührt. Rapid Thermal Processing heißt der Prozess und Experten von TRUMPF entwickelten eine außergewöhnliche Optik, die seine industrielle Nutzung erst ermöglichten. Aber beginnen wir von vorn.

Der Gesetzgeber schreibt bei Fensterglas den Einsatz sogenannter Low-E-Gläser vor. Low-Emissivity-Glas ist mit einer hauchdünn aufgedampften Metallbeschichtung versehen — beispielsweise Silber, eingekapselt in einer präzise aufgebauten Schichtstruktur, um alle erforderlichen Funktionen zu gewährleisten.

Die Funktionsschicht reflektiert Infrarotstrahlung in beide Richtungen, also nach innen und außen, reduziert den Emissionsgrad des Glases und ermöglicht es, die Wärme im Inneren der Räume zu halten, während gleichzeitig eine höhere Lichttransparenz erreicht wird.

—— Klingt einfach, aber ...

Bereits vor circa zehn Jahren startete der französische Glashersteller Saint-Gobain ein Projekt mit dem Ziel, ein Glas zu entwickeln, das die gesetzlichen Energieeffizienzvorgaben einer Dreifachverglasung erfüllt, aber so transparent ist wie eine Zweifachverglasung.

Das — so waren sich die Experten sicher — ließe sich mit der Veränderung eines Elements realisieren: Gelänge es, die Silberbeschichtung auf Glas vom amorphen Zustand in einen kristallinen zu versetzen, wäre ihre Leitfähigkeit und somit auch ihre Dämmwirkung um rund 20 Prozent höher. Klingt einfach, ist es aber nicht.

—— Theorie kollidiert mit Praxis

Beschichtungen werden in kalter Umgebung aufgetragen und sind in einem amorphen Zustand. Erst ein nachfolgender thermischer Prozess überführt sie in einen kristallinen Zustand. Dabei muss sichergestellt sein, dass die Temperatur des Glassubstrats unter 150 Grad bleibt, damit sich das Glas gut weiterverarbeiten lässt.

Lorenzo Canova, Projektleiter RTP bei Saint-Gobain Glass Deutschland: „Uns war klar, dass ein kurzer, hoher Wärmeeintrag, der die Beschichtung, nicht aber das Glassubstrat erhitzt, nur mit der hohen Leistung des Lasers möglich ist.“ Die Glasspezialisten entwickelten eine Laboranlage mit einer komplexen Laseranlage als Herzstück. Mit Rapid Thermal Processing entwarfen sie ein Verfahren, mit dem sie ihren eingeschlagenen Weg verifizieren konnten.



Eine weniger als 100 Mikrometer dünne Laserlinie erhitzt die Funktionsbeschichtung von Glasplatten ganz kurz auf über 500 Grad. Bild: Ralf Kreuels



Ein hoher, aber nur sehr kurzer Wärmeeintrag ist für das Härten der Glasbeschichtung essenziell. Über fünf Jahre tüftelten die Glasexperten von Saint-Gobain am Rapid-Thermal-Processing Verfahren. Bild: Ralf Kreuels

Diese Anlage auch industrietauglich zu machen, erwies sich allerdings technisch als undurchführbar. „Wir wandten uns an den Reutlinger Hightech-Maschinenbauer Manz“, erzählt Lorenzo Canova. Die Experten dort brachten TRUMPF ins Spiel und eine vierjährige Entwicklungspartnerschaft nahm ihren Anfang.

Die Anforderungen von Saint-Gobain an die Partner waren klar umrissen: Die Lösung sollte robust, industrietauglich, kosteneffizient und mit den typischen Glasgrößen kompatibel sein.



Daten sammeln im Echtbetrieb

Zunächst machten sich die Projektbeteiligten bei Manz an die Entwicklung einer neuen Förderstrecke und bauten sie in Köln-Porz an eine bestehende Anlage an. „Eine so große und dabei hochgenaue Förderstrecke hatten wir bislang noch nicht konzipiert.“

Die größte Herausforderung war die hohe Gleichlaufkonstanz, die für den Laserprozess erforderlich ist“, erklärt Axel Zemler, Senior-Konstrukteur Mechanik bei Manz. Bei einem sechsmonatigen Testlauf im Echtbetrieb sammelten die Reutlinger gemeinsam mit dem Team von Saint-Gobain Daten, um sie für den Bau der neuen Anlage auszuwerten. Daten, die auch für die Entwickler bei TRUMPF essenziell waren.

Michael Lang vom Branchenmanagement Mikrotechnologie bei TRUMPF: „Unser Job war es, die Laser und Optiken zu liefern. Dass es mehrere sein mussten, war klar. Es ist technisch schlicht unmöglich, eine so lange Linie mit einer einzigen Optik zu realisieren. Keine Maschine der Welt könnte Linsen und Spiegel mit diesen Ausmaßen fertigen.“ Mit den von Manz gesammelten Daten und dem Prozess- und Produkt-Know-how von Saint-Gobain legten die Laserexperten los.

Gezähmter Strahl

Obwohl das Kernteam von fünf Mitarbeitern das geballte Laser-Know-how der Kollegen aus Schramberg und Ditzingen im Rücken hatte, verlangten ihnen zwei Problemstellungen alles ab. Michael Lang: „Wir mussten einen Laserstrahl mit hoher Homogenität, also in einem Bereich von plus/minus fünf Prozent sicherstellen, denn die Beschichtung verzeiht nichts und wird bei einem ungleichmäßigen Hitzeeintrag sofort streifig.“

Aber nicht nur das: Die Homogenität musste auch in den Bereichen gewährleistet sein, in denen die Laserstrahlen zweier nebeneinanderliegender Optiken zusammentreffen.

Der Weg vom Strahl zur Welle

Für die außergewöhnlich hohe Gleichmäßigkeit der einzelnen Strahlen entwickelte das Team eine neuartige Optik, in der der Laserstrahl speziell umgeformt wird. Lang erklärt: „So eine Optik gab es bisher nicht. In ihr steckt das Kern-Know-how von TRUMPF.“

Die Optik punktet mit geringer Linienbreite sowie einer hohen Tiefenschärfe und sie ist leistungstauglich für die stärksten am Markt verfügbaren Laser. Für homogene Übergänge zwischen den einzelnen Strahlen griffen die TRUMPF Experten auf ein Verfahren zurück, das in der Industrie nur sehr wenige beherrschen: die wellenoptische Simulation.

Lang: „Wir haben bei TRUMPF vor einigen Jahren angefangen, diese Kompetenz aufzubauen. Nur so konnte es uns gelingen, durch exakte mathematische Berechnung die Interferenzeffekte an den Enden der Liniensegmente zu verstehen und damit zu kontrollieren, ob der homogene Strahlverlauf über die gesamte Glasbreite reproduzierbar wird.“

Sicher abgeschirmt

Getestet wurde das Laserverfahren an einer Modellanlage im Entwicklungszentrum von Saint-Gobain im nordfranzösischen Thourotte. Teilweise parallel wurde es dann auf die industrietaugliche Pilotmaschine übertragen.

Aufgrund der Laserlinie mit ihrer extrem hohen Leistung mussten die Maschinenbauer von Manz die Inlineanlage mit einigen Extras ausstatten. Neben der hochgenauen Förderstrecke lieferten sie die Brücke mit den Boxen, in denen die Optiken untergebracht sind.



» **„Dank dem neuen Prozess haben wir die Möglichkeit, ganz neue Produkte zu entwickeln.“**

Lorenzo Canova, Projektleiter Rapid Thermal Processing bei Saint-Gobain

Aufgrund des Prozesses war hier höchste Fertigungsgenauigkeit gefragt. „Neu war für uns der notwendige Laserlichtschutz, den wir rund um die Laserlinie angebracht haben“, erklärt Axel Zemler. Sogenannte Strahlfallen befinden sich unterhalb der Förderstrecke, aber auch darüber.

„Je nach Beschichtungsart geht die Laserstrahlung durch das Glas hindurch und muss darunter aufgefangen und weggekühlt werden oder sie wird von der Oberfläche reflektiert. Dann brauchen wir den Schutz oberhalb“, erklärt Zemler.

— **Neue Optik, neue Möglichkeiten**

Alle Elemente der Laserlinie müssen zudem gekühlt werden, alle Kabel und Wasserleitungen gegen Streustrahlung abgeschirmt sein.

„Neben der reinen Entwicklungsarbeit war es eine Herausforderung, die neue Maschine bei laufender Produktion zu installieren und hochzufahren, also während die Gläser mit und ohne Laserhärtung beschichtet werden“, erklärt Lorenzo Canova.

Aber diese Anstrengung und die insgesamt fünf Jahre, in denen über zehn Spezialisten aus mehreren Entwicklungsabteilungen des Glasherstellers in das Projekt eingebunden waren, haben sich gelohnt.

Auf der Messe Glasstech 2016 in Düsseldorf präsentierte Saint-Gobain mit SGG ECLAZ eine neue Generation von Wärmeschutzgläsern für Zwei- und Dreifachisolierverglasungen, die sich sowohl durch hohe Lichttransmissionswerte wie auch durch eine rund 20 Prozent höhere Energieeffizienz auszeichnen als vergleichbare Gläser. Lorenzo Canova ist zufrieden: „Dank dem neuen Prozess haben wir die Möglichkeit, ganz neue Produkte zu entwickeln.“



Zwölf Hochleistungslaser erzeugen 144 Kilowatt Leistung. Bild: Ralf Kreuels



Lorenzo Canova, Projektleiter Rapid Thermal Processing bei Saint Gobain, koordinierte die Zusammenarbeit der Spezialisten des Glasherstellers mit Experten von TRUMPF und Manz über fünf Jahre. Bild: Ralf Kreuels



Die Boxen mit den Optiken sind in einer Brücke untergebracht, die die Förderstrecke überspannt. Bild: Ralf Kreuels



Strahlfallen befinden sich oberhalb und unterhalb der Laserlinie. Bild: Ralf Kreuels





Laserlichtleitungen verbinden die Optiken mit den Lasern. Bild: Ralf Kreuels



ANIKA BANK

