

Schädigungsarme Trenntechniken für Flachglasprodukte

Aufgabenstellung

Für die Verarbeitung und den Zugschnitt von Flachglas besteht von Seiten mittelständischer, deutscher, im internationalen Wettbewerb stehender Glasmaschinen- und Anlagenbauer ein hoher Bedarf an neuen, innovativen Trennverfahren für Flachglas. Beim heutzutage überwiegend eingesetzten Verfahren zum Zuschneiden von Flachglas wird mit Hilfe eines nur wenige Millimeter großen Hartmetallrädchens die Glasoberfläche angeritzt und dann die Glasplatte entlang dieses Ritzes gebrochen. Hierbei entstehen neben der gewünschten glatten Bruchfläche eine große Anzahl von Mikrorissen entlang der Ritzspur. Diese Mikrorisse sind Ursache für die schlechte Kantenqualität (Reduzierung der Festigkeit), weshalb die Kante bei zahlreichen Anwendungen teuer nachgearbeitet werden muss. Ziel der Untersuchungen im Fraunhofer IWM war es, ein schädigungsarmes Trennverfahren zu entwickeln, das praktisch ohne mechanischen Kontakt eines Werkzeuges mit der Glasoberfläche auskommt, so dass die unerwünschten Mikrorisse vermieden werden, und das zugleich in die bisher gängigen Produktionsabläufe ohne großen Aufwand integriert werden kann.

Das Projekt

Das Projekt »Laser induziertes Spannungs-Trennverfahren für Flachglas LiST« wurde mit Mitteln des BMBF gefördert und vom Projektträger »Produktion und Fertigungstechnologien« (PFT), Forschungszentrum Karlsruhe betreut. Im Projekt wurden sowohl Verfahrensgrundlagen erarbeitet,

Trennprozesse entwickelt, als auch ein aussichtsreiches Verfahren erfolgreich an einer Demonstrationsmaschine im industriellen Einsatz erprobt. Kernidee des Verfahrens ist die Ausnutzung von gezielt ins Glas eingebrachten thermisch induzierten Spannungen zum schädigungsarmen Trennen von Flachglas. Innerhalb des Projektes LiST arbeitete das Fraunhofer IWM dabei intensiv mit drei Maschinenbauunternehmen, einem Laserhersteller und einem Steuerungstechnikunternehmen zusammen.

Ergebnisse

Ziel der Untersuchungen am Fraunhofer IWM war, ein schädigungsarmes Trennverfahren für Flachglas zu entwickeln und zusammen mit den Industriepartnern in die industrielle Praxis umzusetzen. Dazu wurden zwei unterschiedliche Arten der Energieeinkbringung zur Erwärmung des Glases genauer untersucht, wobei die experimentellen Untersuchungen und die numerische Simulation der prozessrelevanten Thermospannungen sich wechselseitig ergänzten. Gegenstand der Untersuchungen waren zum einen die Volumenerwärmung durch Diodenlaserstrahlung und zum anderen die Oberflächenerwärmung durch Infrarotstrahlung (CO₂-Laser). Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Volumenerwärmung des Glases zeigen, dass es bei exakter Führung des Wärmegradienten im Glas gelingt, einen die Glasplatte direkt durchtrennenden Riss kontrolliert vom Rand aus entlang einer Sollkontur durch das Glas zu führen. In Abb. 2 ist eine auf diese Weise hergestellte Kurvenkontur in einer 8 mm Glasplatte gezeigt. Die erhaltenen Schnittkanten besitzen höchste Qualität. Allerdings muss das aufzubringende Temperaturfeld, das abhängig ist, unter anderem von Glasdicke, Schnittlänge und Schnittlage,

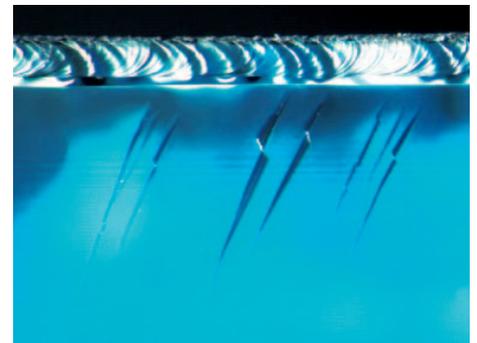


Abb. 1
Herkömmliche Bruchfläche mit Ausmuschelungen und Lancetten.



Abb. 2
Kurvenkontur in einer 8 mm dicken Flachglasplatte.

für jeden Rissfortschritt sehr aufwändig neu berechnet werden. Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass sich das Konzept der Volumenerwärmung, als im Prinzip erfolgreich, jedoch für eine praxisrelevante Realisierung als noch zu aufwändig erwies. Die Ergebnisse der Untersuchungen zur Oberflächenerwärmung mittels CO₂-Laser führten zu dem im Projekt favorisierten Verfahrensprinzip, bei dem ein in der Glasoberfläche laufender Riss durch thermisch induzierte Zugspannungen (thermischer Anritz) exakt entlang der Sollkontur gelenkt wird. Dieser, je nach Glasdicke, bis zu mehreren Millimetern tiefe thermische Anritz (siehe Abb. 3) wird dann analog zum konventionellen Verfahren durch Biegebruch geöffnet. Auf diese Weise getrennte Glasplatten weisen die angestrebte hohe Kantenqualität und die damit verbundene hohe Kantenfestigkeit auf.

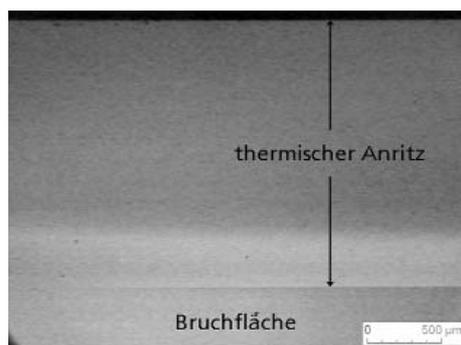


Abb. 3
Thermischer Anritz.

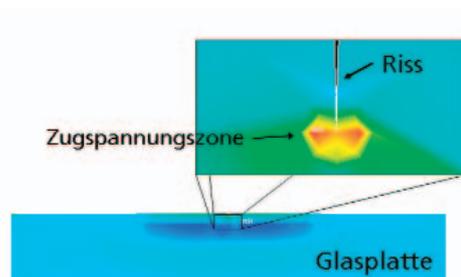


Abb. 4
Numerisch berechnete Spannungsverteilung an der Risspitze.

Um eine möglichst effektive Umsetzung dieses LiST-Verfahrens hin zu einer Prototypmaschine und weiter zu einer Demonstrations-Anlage zum Bortrennen am Floatband zu ermöglichen, wurde neben den experimentellen Untersuchungen intensiv die numerische Simulation in die Prozessentwicklung und -optimierung mit einbezogen. In Abb. 4 ist das Ergebnis einer Prozesssimulation der Spannungsverteilung über die Glasdicke bei oberflächlicher Erwärmung mittels CO₂-Laser dargestellt. Dabei ist deutlich die an der Risspitze wirkende Zugspannungszone (roter Bereich) erkennbar. Ein Vergleich der Simulationsergebnisse mit den experimentellen Ergebnissen der Untersuchungen an der verfahrensangepassten Prototypenmaschine zeigt hervorragende Übereinstimmung bei den Parametern zur optimierten Anritzerzeugung. Zudem wurden für die industrielle Anwendung des LiST-Verfahrens das Verfahrens- und Steuerungsprinzip erar-

beitet und an der am Fraunhofer IWM vorhandenen Prototypenanlage getestet. Die von den Industriepartnern erstellte Demonstrations-Anlage wurde unter Prozessbedingungen an einer Floatlinie gemeinsam in Betrieb genommen und dabei wurden unter Produktionsbedingungen erfolgreich Borten geschnitten.

Das im LiST-Projekt Erreichte, vom Konzept eines schädigungsarmen Trennverfahrens, bis hin zu einer erfolgreich, nach dem LiST-Verfahren arbeitenden Demonstrations-Anlage, zeigt anschaulich das große Potential einer intensiven, ziel- und marktorientierten Zusammenarbeit zwischen Industrie und Fraunhofer IWM.

Kontakt

Dr. Rainer Kübler
rainer.kuebler@iwm.fraunhofer.de