

Trennen von Glaswerkstoffen:

# Licht statt Schneiden

Carsten Büsching

Die Methode des Ritzens und Brechens zum Trennen von Glas ist so alt wie der Werkstoff selbst. Die letzte Revolutionierung dieses bis heute überwiegend eingesetzten Trennverfahrens wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts durch die Erfindung des Ritzrädchens erreicht.



Der nächste relevante Evolutions-schritt im Bereich des Glastrennens ist der Einsatz von Laserstrahlung zum Vereinzeln von Glasbauteilen. Bedeutende Verfahren sind unter anderem das Laserstrahlschmelzschnitten, Laserstrahlritzen und das Laserstrahlsprengen. Diese Verfahren haben im Bereich der Hightech-Produkte deutliche Vorteile gegenüber dem Trennen mit Ritzrädchen oder Gasflamme.

Komplexe 2-D-Geometrien, die sich ansonsten nur mit aufwendigem Schleif- und Polierverfahren herstellen lassen, können mit Hilfe der Lasertechnik berührungslos in einem Arbeitsgang realisiert werden. Je nach eingesetztem Verfahren sind die erzielbaren Güten der Trennkanten vergleichbar mit de-

nen herkömmlich polierter Kanten. Der Laser könnte somit das Werkzeug der Zukunft in der Hightech-Glasbearbeitung sein.

## Motivation und Grundlagen

In Deutschland werden jährlich etwa 2,1 Mio. t Flachglas hergestellt. Hierbei dominiert das Floatglas mit einer Fläche von jährlich etwa 170 000 000 m<sup>2</sup>. Die Veredelung von Flachglas zu höher wertigen Produkten nimmt mit 35 % des Gesamtumsatzes eine führende Position in der Glasverarbeitung ein. Flachglas wird überwiegend durch Ritzen und anschließendes Biegebrechen vereinzelt. Dieser Prozess erzeugt Abplatzungen von Glassplittern und Ausmuschelungen entlang der Ritzspur. Mikrorisse sind in vielen Fällen

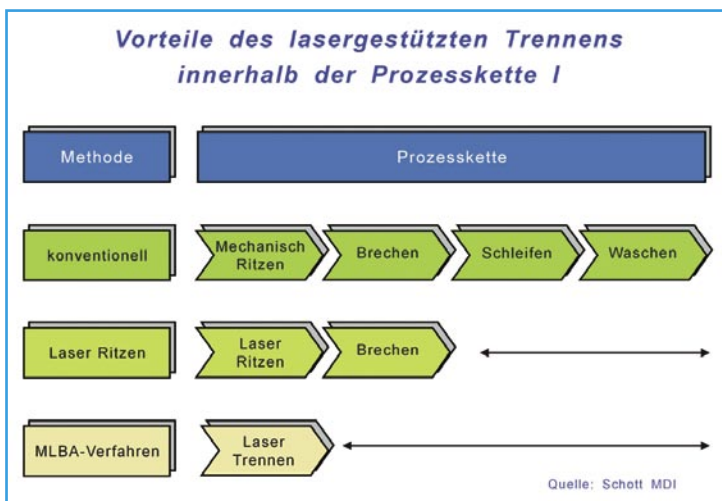
Ausgangspunkte für weitere Schädigungen des Bauteils. Deshalb werden in vielen Fällen die Kanten in zusätzlichen Arbeitsschritten geschliffen und teilweise poliert.

Das Trennen von Glaswerkstoffen kann in Abhängigkeit von Glasart und Werkstoffeigenschaften mit Lasern unterschiedlicher Wellenlängen und Verfahren durchgeführt werden.

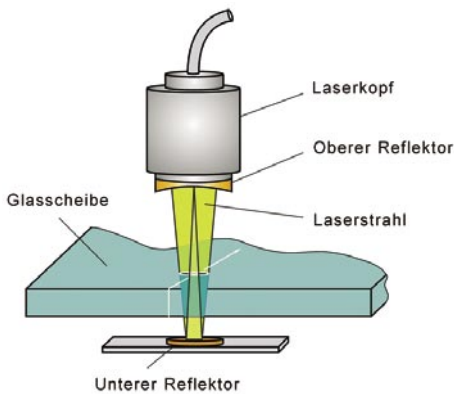
## Schmelzschnitten

Der Trennprozess von Quarzglas basiert auf dem direkten thermischen Schmelzen und Verdampfen des Glaswerkstoffes durch die Laserstrahlung. Die hierbei verwendete CO<sub>2</sub>-Laserstrahlung wird an der Glasoberfläche absorbiert und verursacht eine hohe Temperatur innerhalb der Schneidzone. Quarzglas ist aufgrund seines geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten von  $\alpha = 0,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$  prädestiniert für das Trennen mit Laserstrahlschmelzschnitten.

Thermisch induzierte Spannungen, die während und nach dem Trennprozess im Glas entstehen, liegen unterhalb der kritischen Spannung und können durch eine nachgeschaltete Wärmebehandlung minimiert werden. Das Trennen dünner Wandstärken bis  $s = 1 \text{ mm}$  ist ohne störende Prozesseinflüsse möglich. Bei dickeren Wandstärken  $s > 1 \text{ mm}$  ist die richtige Wahl der Prozessparameter ausschlaggebend, soll der Trennvorgang ohne Spannungsrisse erfolgen. Immer mehr Verbreitung findet das Schmelzschnitten zum Vereinzeln von Borosilikatglas-Rohren.



Verkürzung der Prozesskette durch den Einsatz von Lasern



Prinzip des MLBA-Verfahrens

## Laserritzen

Das Ritzen der Glasoberfläche durch thermisch induzierte Spannungen wird seit Mitte der 90er Jahre zum Trennen von Glaswerkstoffen eingesetzt. Die gute Fokussierbarkeit der Laserstrahlung wird genutzt, um thermische Energie gezielt in einen örtlich stark begrenzten Bereich einzubringen. Einsatz findet hier wieder überwiegend der CO<sub>2</sub>-Laser, dessen Strahlung an der Glasoberfläche absorbiert und in Wärmeenergie umgewandelt wird. Durch einen nachgeschalteten Kühlprozess wird – ausgehend von einem Initialriss – ein thermisch induzierter Oberflächenriss erzeugt. Die erforderliche Kühlung erfolgt durch definierte Gas- oder Gas-/Flüssigkeits-Gemische. Der anschließende mechanische Brechvorgang ist bereits in industriellen Prozessen umgesetzt worden. Die momentan verfügbaren industriellen Anlagen führen im Wesentlichen nur lineare Trennschnitte durch, was durch den minimalen Trennsplatt bedingt ist. Die dadurch resultierende örtliche Nähe der Trennkanten des Produktes und des restlichen Substrates verursachen bei komplexen Konturen Ausbrüche beim Brechvorgang bzw. dem Vereinzeln von Bauteil und Restsubstrat.

## Laserstrahlsprengen

Der Vorteil des Laserstrahlsprengens gegenüber dem Ritzverfahren liegt beim Trennen des Werkstückes vom Restsubstrat ohne mechanische Einwirkungen. Das Laserstrahlsprengen kann mit zwei unterschiedlichen Verfahren durchgeführt werden. Das erste Verfahren ist vergleichbar mit dem Laserritzverfahren, wobei die Vorschubgeschwindigkeit des Laserstrahls in Bezug auf das Produkt deutlich reduziert wird. Bei dem zweiten Verfahren wird ein Nd:YAG-Laser eingesetzt, dessen Strahlung je nach Glasstärke bis zu 85 % vom Glas transmittiert wird. Die Vielfachreflexion des Strahls durch

das zu trennende Bauteil hindurch erhöht die Gesamtabsorption und ermöglicht eine Induzierung von thermischen Spannungen über die gesamte Bauteildicke. Der durch die thermischen Spannungen hervorgerufene Riss breitet sich ausgehend von einem Initialriss senkrecht zur Hauptspannungsebene aus. Vorteil ist, dass mehrere Glasscheiben übereinander in einem Arbeitsschritt getrennt werden können. Auch Verbunde, wie zum Beispiel VSG, können so definiert vereinzelt werden. Vorteil des MLBA-Verfahrens ist die konsequente Verkürzung der Prozesskette auf einen Arbeitsschritt.

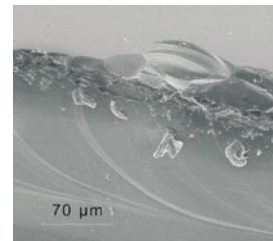
Die Oberflächen der Trennkanten des MLBA-Verfahrens haben die Qualität mechanisch polierter Oberflächen und erhöhen zusätzlich die Festigkeit der Bauteile.

## Umschmelzen von Kanten

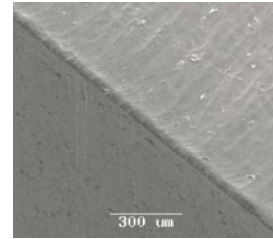
Die durch das Laserritzritzen und -sprengen entstehenden Kanten sind nicht für alle Anwendungen sofort einsetzbar. Das Laser Zentrum Hannover entwickelt daher zwei Verfahren zum Nachbearbeiten lasergetrennter Glaswerkstoffe.

Das erste Verfahren beruht auf dem Absprennen eines Glasspans an einer Lasertrennkante. Mit einer CO<sub>2</sub>-Laserstrahlung wird ein Span unter einem Winkel von 45° von der Kante abgelöst und somit eine rissfreie Fase am Werkstück erzeugt.

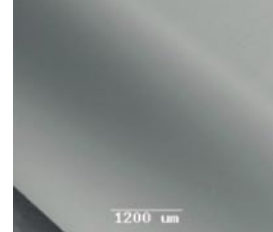
Im zweiten Verfahren wird das Material der Kante aufgeschmolzen und durch die Oberflächenspannung des niederviskosen Glases gerundet. Beide Verfahren befinden sich in der Entwicklung und werden aufgrund der noch sehr geringen Prozessgeschwindigkeiten nicht industriell eingesetzt. Ermöglichen jedoch den Einsatz von lasergetrennten Glasbauteilen in Produkten, die eine stoßempfindliche Glaskante mit hoher Oberflächenqualität benötigen. Beide Prozesse sind im Bereich der Kalk-Natron-Floatgläser nur



Konventionelle Trennkante



Mit Laserstrahl getrennte Kante eines Quarzglasbauteils



Mit Laserstrahl umgeschmolzene Trennkante

in Verbindung mittels Laserstrahl getrennter Kanten einsetzbar.

Praktische Einsatzmöglichkeiten finden diese Hightech-Verfahren in Bereichen hochwertiger Glasprodukte. Beispiele sind unter anderem Display-Gläser und Solarzellen, KFZ-Spiegel sowie Designglasprodukte. Weiterhin werden im Bereich der Rohrglasvereinzlung und bei der Herstellung von Trinkgläsern Laserstrahlbasierte Trennverfahren eingesetzt. Das Trennen von komplexen Konturen aus Quarzglas für den Einsatz in Lasersystemen erfolgt ebenfalls mit Laserstrahlung. ■

### Zur Person:

Carsten Büsching ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im LaserZentrum Hannover e.V. Er studierte Maschinenbau/Produktionstechnik an der Universität Hannover, mit Fachrichtung Werkstofftechnik, Schweißtechnik.

Trennen von Displaygläsern

