

Die 31. Sitzung des IAK "Forschung & Technologie" am 16. Februar 2022 widmete sich dem Themenbereich „Schaffen von Mehrwert durch den Einsatz von Lasertechnologien“. Laser lassen sich in verschiedenen Bereichen der Glasbearbeitung einsetzen. Je nach Art der Glasbearbeitung wie Schneiden, Bohren, Strukturieren oder Verschmelzen, kommen hierfür verschiedene Lasertechnologien zum Einsatz. Sie unterscheiden sich beispielsweise durch die verwendete Laserquelle, aber auch durch die Einwirkdauer des Laserpulses auf das Material.

1. Christian Dreher (FLABEG Automotive Germany GmbH): " Mehrwert durch Verwendung von Lasertechnik bei der Flabeg Automotive Germany GmbH "

So wurden im Vortrag der Flabeg Automotive Germany GmbH zwei Technologien näher vorgestellt, welche für die Verfahrensschritte Schneiden und Bohren zum Einsatz kommen. Die 2 Prozessstufen des Laserschneidens mit der Perforation entlang der zukünftigen Trennline und Risserzeugung entlang der Perforation und somit Absprengung des Glases wurden erklärt. Dieser Prozess ist bis zu einer Glasdicke von 12 mm durch Übereinanderstacken der Filamente möglich. Das bis zu 500 mm/s schnelle Verfahren ist auf flaches Glas beschränkt. Das Laserbohren hingegen ist ein einstufiger Prozess, bei dem der Laserfokus durch die Glasdicke geführt wird. Diese Verfahren bietet mehr Gestaltungsmöglichkeiten für das Glas, so können beispielsweise leicht gekrümmte Gläser bearbeitet werden.

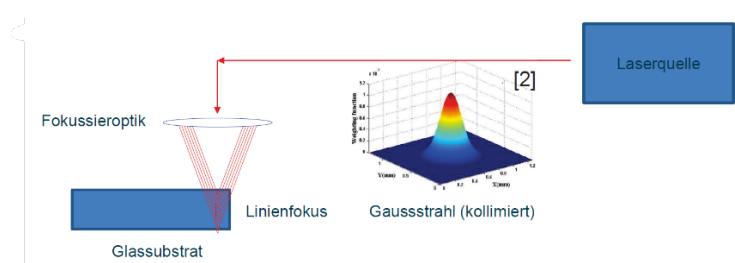


Bild 1: Laserschneiden (Bildquelle: Vortrag Hr. Dreher)

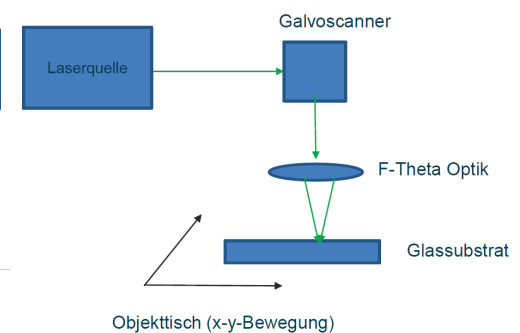


Bild 2: Laserbohren (Bildquelle: Vortrag Hr. Dreher)

Die strahlungsoptischen Grundlagen beider Verfahren wurden dargestellt, um die Unterschiede in den Fokusbereichen (Linienfokus vs. Punktfokus in der Fokusebene) zu verdeutlichen und damit den Zusammenhang zu den verfahrenstechnischen Aufgaben Trennen oder Bohren herzustellen. Auch die Wirkung des Laserpulses auf das Glas selbst und die damit verbundenen Auswirkungen für die Prozessmöglichkeiten wurde angesprochen, in der Diskussion wurde dies für verschiedene Glasarten weiter spezifiziert. Die Vor- und Nachteile der gezeigten Lasertechnologien wurden nicht nur lasertechnisch benannt, sondern anhand ihrer Anwendbarkeit innerhalb der Bearbeitungslinie sowie bezüglich verschiedener Glasformate und Geometrie erörtert. Beispiele zu den vorgestellten Verfahren und ein Ausblick auf weitere Anwendungen rundeten die Präsentation ab.

2. Dr. Li-Ya Yeh (Saint-Gobain Sekurit Deutschland GmbH): Lasereinsatz bei Saint Gobain

Auch in der Saint-Gobain Gruppe werden verschiedene Verfahren der Lasertechnik eingesetzt. In den Segmenten Automotive Glass und Building Glass kommt der Lasertechnik eine besondere Bedeutung zu. Die dort hergestellten Glasprodukte müssen spezielle Funktionen sicherstellen, allen voran die des Wärmeschutzes bei gleichzeitig hoher Lichttransmission. Manche dieser Schichten haben weitere Aufgaben. So werden im Bereich Automotive Schichten eingesetzt, die aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit auch beheizt werden können und damit vorteilhaft in Windschutzscheiben eingesetzt werden. Dies wird allgemein durch das Aufbringen von Beschichtungen im CVD- oder PVD-Verfahren erreicht. Teilweise sind dann aber weitere Schritte zur Optimierung der Schichteigenschaften notwendig.

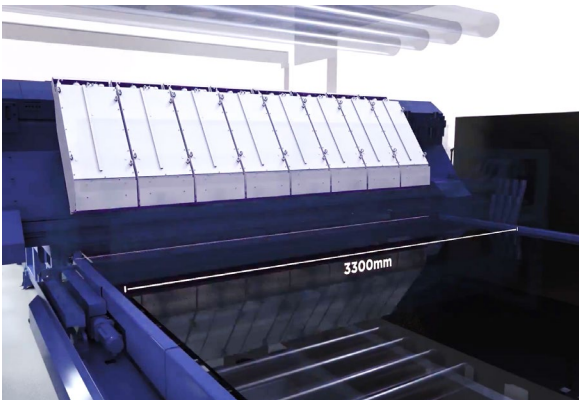


Bild 3: grundsätzliches Anlagenlayout der Rapid Thermal Annealing (Bildquelle: <https://www.youtube.com/watch?v=Le291-aylNE>)

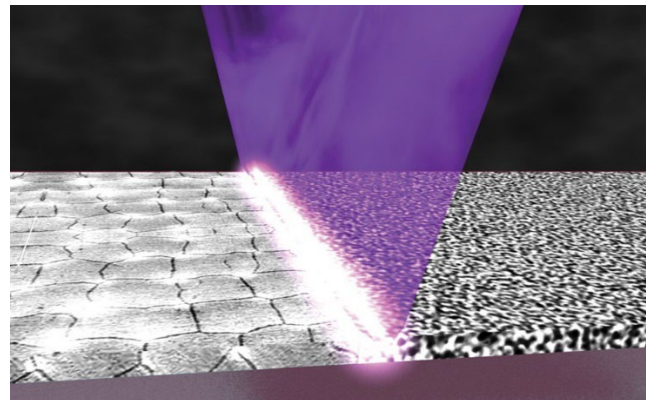


Bild 4: Veränderung einer Schicht durch eine Laserbeaufschlagung (Bildquelle: <https://www.coherent.com/micro-electronics-micromachining/displays>)

Als Beispiel wurde die Laserbehandlung einer silberbasierten Low-E-Beschichtung vorgestellt. Die Schicht ist im unbehandelten Zustand amorph. Eine Wärmebehandlung führt zur Kristallisation der Schicht. Dabei verändern sich ihre Eigenschaften dahingehend, dass die Wärmeschutz-

wirkung verstärkt wird, aber die Lichttransmission nahezu unverändert bleibt. Die Herausforderung besteht darin, nur die Schicht einer Wärmebehandlung zu unterziehen. Klassische Verfahren des Erwärmens der gesamten Scheibe sind somit ausgeschlossen. In einem quasi-kontinuierlichen Prozess fährt nun die beschichtete Scheibe unter einer nur 100 µm schmalen Laserlinie hindurch. Die Schicht wird dabei auf bis zu 500 °C erhitzt, während die Temperatur des Glases bei max. 150 °C bleibt. Im Vergleich zu anderen Gläsern mit gleichen Wärmeschutzeigenschaften kann so eine höhere Lichttransmission ermöglicht werden.

3. Dr. Thomas Kroyer (Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE): Funktransparentes Isolierglas

Als Bestandteil von Gebäuden sind beschichtete Gläser nicht mehr wegzudenken. Sie sorgen für Licht in Räumen und beeinflussen den Energiehaushalt des Gebäudes positiv. Ganzflächige Beschichtungen haben aber leider den Nachteil, dass sie nicht nur Wärmestrahlung reflektieren, sondern auch die elektromagnetische Strahlung, die für den Mobilfunk und Datendienste genutzt wird – und dies stärker als beispielsweise Stahlbeton. Mit Blick auf die zukünftigen Anforderungen hinsichtlich großer Datenmengen und hoher Übertragungsgeschwindigkeiten, stellt dies ein Hindernis dar. Daher soll die durch die Beschichtung verursachte Dämpfung der Transmission reduziert werden.

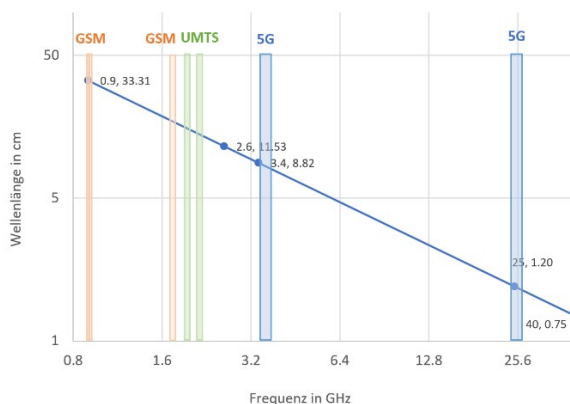


Bild 5: Frequenzen und Wellenlängen der Funkwellen

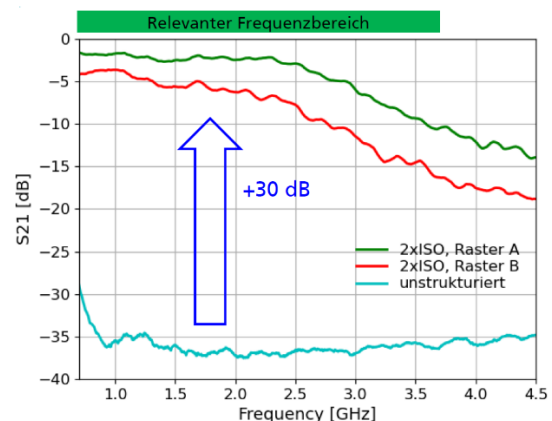


Bild 6: Erhöhte Transmission durch Segmentierung der Low-E-Schichten (Bildquelle: Vortrag Dr. Kroyer)

Der Lösungsansatz des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme besteht in einer Strukturierung der Beschichtung in Form einer Segmentierung, d.h. in feinen Linien wird die Beschichtung mittels eines Lasers entfernt. Entscheidend für die Wirksamkeit bezüglich verbesserten Funkwellenempfangs ist die Größe der Segmente. Diese ist abhängig vom betrachteten Frequenzband. Der GSM-Standard mit einer Frequenz von 900 MHz erfordert Segmente, die deut-

lich kleiner sind als die Wellenlänge von etwa 33cm ($\lambda/4 = 8,25$ cm). 5G Anwendungen im Bereich von 3,4 GHz erfordern Segmente, die deutlich kleiner als 8,8cm sind ($\lambda/4 = 2,2$ cm). Gleichzeitig muss beachtet werden, dass keine zu große Fläche der Beschichtung entfernt wird, um den Wärmeschutz weiter zu gewährleisten. Für verschiedene Geometrien der Segmentierung konnte eine deutliche Reduzierung der Dämpfung in den heute relevanten Frequenzbereichen gezeigt werden. Da die Rastergröße eine festzulegende Größe ist, kann natürlich die Transmission für Funkwellen nicht über alle Frequenzbereiche gleichermaßen erhöht werden.

4. Dr. Bernd Hoppe (Schott AG): Innovative Glasbearbeitungsverfahren bei der Schott AG

Auch die Schott AG hat in den vergangenen Jahren umfangreiche Erfahrungen mit diversen Laserprozessen gesammelt. Insbesondere die Verarbeitung ultradünner Gläser hat diese Technologien gefördert. So ermöglicht der Einsatz von Ultrakurzpulslasern beispielsweise, zunächst Verfahrensschritte wie Härten, Bedruckung, Beschichtung und ähnliches einer größeren Geometrie durchzuführen und erst als letzten Prozessschritt eine Separierung in viele kleine einzelne Artikel vorzunehmen. Das erfordert vom Trennverfahren höchste Qualität: die Schnitte müssen sauber sein und dürfen nicht zu einer Partikelbelastung führen, die entstandene Kantengüte muss es ermöglichen, den geschnittenen Artikel sofort im Endprodukt einzusetzen. Solche Verfahren werden beispielsweise für Produkte im Bereich der medizinischen Diagnostik eingesetzt. Aber auch dekorative Elemente oder Markierungen, um Produkte nachzuverfolgen können mit UKP-Lasern erzeugt werden.

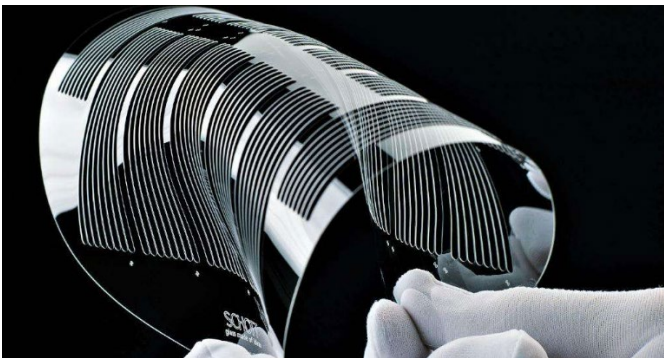


Bild 7: Lasergeritztes, hochflexibles Glas zur Separierung beim Kunden (Bildquelle: Schott AG)

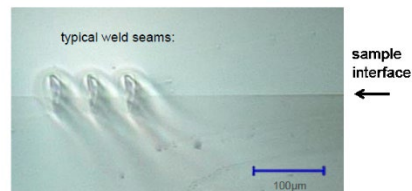
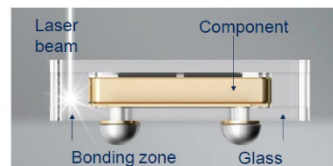


Bild 8: Laserbonding (Bildquelle: Vortrag Dr. Hoppe)

Neben der Laserablation und der Laserperforation ist ein Verschweißen mittels Laser, das Laser-Micro-Bonding eine wichtige Technologie. Die dabei im Laserfokusbereich entstehende Wärme ist auf einen engen geometrischen Raum begrenzt, sodass das umliegende Material nicht geschädigt wird oder beim Verschweißen verschiedener Gläser oder Glas mit anderen Materialien der unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizient nicht zum ersten begrenzenden

Faktor des Verfahrens wird. Dieses Verfahren hat vor allem im Bereich der medizinischen und technischen Miniaturanwendungen eine sehr hohe Relevanz.

Wir möchten uns nochmals bei allen Referenten und Gästen für die Vorträge und Diskussionen bedanken.

Die **nächste Sitzung** des IAK Forschung und Technologie findet am **26. Oktober 2022** in den Räumen des **VDMA** statt. Das Thema der Herbstsitzung ist „**CO₂-Neutralität der Glasmaschinenbauunternehmen**“.

Gesine Bergmann
Frankfurt, 24.2.2022