

# **Argumentation für Kratzersanierung auf thermisch vorgespanntem Glas**

Der Wunsch, eine Verletzung, Verkratzung oder eine Verätzung auf einer Glasoberfläche zu sanieren, ist in der Regel ästhetisch begründet. Das heisst, die Beeinträchtigung auf der Scheibenoberfläche soll entfernt werden weil sie die Durchsicht oder den Anspruch des Benutzers auf Unversehrtheit stört.

**Mit diesem Artikel wollen wir vor allem auf das Problem der verkratzten thermisch vorgespannten Gläsern (ESG) eingehen.**

Dass die Oberflächen der vorgespannten Gläser empfindlicher und bei Reinigungs- und anderen Arbeiten schneller verkratzt sind ist allgemein bekannt und Thema vieler Diskussionen, Tagungen und Artikeln.

Dass es eine Möglichkeit gibt, beschädigte Oberflächen von Gläsern zu sanieren, ist nicht nur eine Kostenfrage, es ist in der heutigen Zeit, mit dem sich abzeichnenden Mangel an Rohstoffen und Energie, unverantwortlich, wegen einem Kratzer oder einer Verletzung ein Bauelement auszuwechseln (wegzuwerfen) dass zu 99% noch alle Ansprüche erfüllt und immer noch voll funktionstüchtig ist. Hier müssen alle umdenken.

## **Der Baustoff Glas**

Die Zusammensetzung und der Herstellungsprozess ist in groben Zügen jedem bekannt der sich Glas und der Bearbeitung von Glas befasst, und braucht hier nicht wiederholt zu werden.

Glas hat durch seine Zusammensetzung eine ähnliche Dichte hat wie Beton ( $2.5 \text{ kg/dm}^3$ ) sogar eine höhere Druckfestigkeit. Die für die Bemessung und auch für das Verhalten des Glases wichtige Zugfestigkeit ist theoretisch sehr gross (5000- 8000 Mpa) reduziert sich aber durch verschiedene Faktoren auf einen sehr geringen Wert (30-80 Mpa).

Diese Faktoren sind :

- Oberflächenbeschaffenheit; durch das spröde Verhalten ist Glas äusserst kerbempfindlich.
- Je grösser der Glaskörper, desto grösser und desto wahrscheinlicher ist eine Vorschädigung der Oberfläche, mit wachsender Oberfläche fällt die Biegezugfestigkeit.
- Je grösser die Belastungsgeschwindigkeit desto grösser die ermittelte Zugfestigkeit.

- Reduktion der Biegezugfestigkeit durch Verletzungen durch Kerben und Vorschädigungen.

Nicht die Materialfestigkeit und somit die verwendete Glasart ist für das Bruchverhalten eines auf Zug beanspruchten Glases primär massgebend, sondern wegen der Sprödhheit des Werkstoffes vor allem die mikroskopische und makroskopische Oberflächenbeschaffenheit der Scheibe.

Kleinste Kratzer und Risse auf der Oberfläche erzeugen Kerben, an denen bei Belastung hohe Spannungsspitzen entstehen, und die beim Überschreiten der Zugfestigkeit zum Aufreißen des Materials führen und somit die Festigkeit bestimmen.

Eine Verbesserung der Eigenschaften im Hinblick auf die zulässigen Zugspannungen kann durch eine Oberflächenbehandlung (ätzen) und dem Entfernen von, durch Kerben geschädigten Glas erreicht werden.

Kratzer und Risse treten auch bei Beton, Stahl oder Holz auf, diese Materialien sind aber Dank ihrer Zähigkeit in der Lage die Kerbgründe durch lokales Materialplastifizieren auszurunden und so Spannungsspitzen abzuflachen. Glas ist dazu nicht in der Lage.

**Das Fachbuch „Konstruktionswerkstoffe im Bauwesen“ sagt; aus den genannten Gründen bereitet die Normung von Glasprodukten hinsichtlich der ausnutzbaren Festigkeiten derartige Schwierigkeiten, dass die Normung der technischen Entwicklung im konstruktiven Glasbau weit hinterherhinkt.**

Auch das Ausgangsmaterial für das ESG, im Normalfall Floatglas, kann sehr unterschiedliche Härte, Eigenschaften und Oberflächenbeschaffenheit haben denn das Gemenge zur Herstellung der einzelnen Glassorten (die auch als Ausgangsprodukte für die Weiterbearbeitung (ESG) dienen) sind unterschiedlich, das wird auch im Fachbuch „Konstruktionswerkstoffe im Bauwesen“ festgehalten. Damit sind aber auch die Eigenschaften und das Verhalten des Glases sehr unterschiedlich.

### **Das thermisch vorgespannt Glas**

Der eigentliche Vorspannprozess ist, wie die Herstellung des Glases, sicher auch allgemein bekannt und muss nicht wiederholt werden.

Einige der Faktoren sind doch so interessant, dass sie wiederholt werden müssen. Beim schockartigen Abkühlen des Glases wird die Oberfläche nicht gleichmässig gekühlt, sondern punktuell angeblasen, die dadurch unterschiedlichen Spannungszustände (Anisotropien)(EN 12150-1,9.2) sind auch mit den Polarisationsfiltern sichtbar, bei Belastung wandern diese Spannungsfelder. Dieses

Wandern zeigt, dass das Glas auch im eingebauten Zustand durch Umlagerung ein inneres Gleichgewicht wiederherstellt.

Die Druckspannung der Aussenseiten nimmt gegen das Scheibeninnere hin ab und ändert sich in einer Tiefe von 20% der Scheibendicke in eine Zugspannung um.

Die festigkeitsvermindernden Einflüsse von Oberflächendefekten werden zwar durch die Vorspannung vermindert, die Spannungsspitzen bei Einkerbungen sind aber in einer Grössenordnung vom bis zu 100fachen der normalen Spannung und damit um ein vielfaches höher ist als die Spannung die in einer, um die Kratzertiefe reduzierte, aber nicht mehr durch Einkerbungen geschwächte Glasmasse möglich sind.

### **Kratzer im ESG**

Zum einen wird in der Fachliteratur (siehe oben) erklärt, dass durch die Vorspannung der Oberfläche Einflüsse von Defekten vermindert (geschlossen) werden, andererseits wird aber auch angenommen, dass Verletzungen im ESG sich öffnen, durch die Vorspannung nach aussen aufgewulstet werden und damit verzögert sichtbar werden (Glaswelt 1/2004) .

### **Kratzertiefe**

Messungen von Kratzern haben ergeben dass sich die Verletzungstiefe von Kratzern in einer Grössenordnung von 10 bis 50 Tausendstels-Millimetern ( $\mu$ ) bewegt.

Nehmen wir als Beispiel ein ESG Glas von 6mm Stärke.

Gemäss Norm (EN 12150-1) darf ein ESG von 6mm Stärke eine Toleranz von +/- 0.3 mm (300 Tausendstels-Millimetern) haben. Gemäss der Gauss'schen Normalverteilungskurve sind 99.87% aller 6mm- Scheiben so dick, dass auch nach dem Entfernen der durch Kratzer beschädigten Schicht von bis zu 50  $\mu$ , die zulässige Nenndicke noch eingehalten wird.

Wird eine durch Kratzer beschädigte Schicht von 50  $\mu$  auf einer ESG- Scheibe von 6 mm entfernt, ist der unter Druckspannung stehende Bereich, 20% der Glasdicke, von 1.2 mm noch zu mindesten 96 % vorhanden und nicht mehr durch Kerben (siehe oben) geschwächt.

Die Toleranzen der durch das Abschrecken beim Vorspannprozess gegebenen Druckspannungen sind mit Sicherheit höher, was sich schon an den unterschiedlichen Krümelgrössen von gebrochenen ESG- Gläsern ablesen lässt.

## **Sanieren von Verkratzungen auf ESG – Gläsern**

In der Norm EN 12150-1 wird nichts erwähnt, was eine nachträgliche Bearbeitung ausschliessen würde.

In mehreren Glasfachbüchern wird gesagt dass Glasschnitte, Bohrungen, Kantenbearbeitungen und ähnliches nach dem Vorspannen nicht mehr möglich seien, Oberflächenbehandlungen wie ätzen oder mattieren dagegen schon. In der Veröffentlichung des Arbeitskreises Schäden an Glas (Dipl.-Ing. Chmieleck, Dipl.-Ing. Jochheim und Dipl.-Ing. Zimmermann, alle öffentlich bestellte und vereidigte Sachverständige) „Erfahrung mit ESG an Objektfassaden“ wird erklärt, dass eine nachträgliche Oberflächenbehandlung von ESG zur Beseitigung von Kratzern bis zu einem Grenzwert von 0.1 mm möglich ist, wobei das im Bericht angesprochene Problem des Linseneffektes durch den Abtrag des Materials, mit der definierten Arbeitsweise des VETROMATEN gelöst ist.

### **Schlussformulierung**

Wenn Verletzungen wie Kratzer, Verätzungen und ähnliches auf ESG Scheiben die optischen und ästhetischen Eigenschaften stören, kann mit einer Sanierung nach dem System VETROX<sup>®</sup>, also mit einem zwangsgeführten Gerät, das mit eigens für das Glas entwickelten Schleifmitteln eine minimale, aber durch Verkratzungen verletzte Schicht abträgt, dem Glas die volle und nachhaltige Funktionsfähigkeit zurückgegeben werden. Eine Sanierung die nicht nur kostengünstiger, weniger störend, sondern auch rücksichtsvoll im sorgfältigen Umgang mit unseren Ressourcen ist.

Quellennachweis

Ekkehard Wagner: Glasschäden

Glashandbuch 2005 Flachglas Markenkreis

Glashandbuch Trösch

Memento Glashandbuch

Gealan Praxishandbuch Glas

Glas Werkstoffkunde DVG

Konstruktionswerkstoffe im Bauwesen

Veröffentlichung des Arbeitskreis Schäden an Glas

Dezember 2007 Dipl. Baumeister Beat Abegg, Dipl. Ing. Bernhard Hz. Dür