

## **Kurzfassung**

Emaillierte Scheiben finden seit sehr langer Zeit ihre Anwendung im Bauwesen als opake Fassadenpaneele in System- oder vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden. Mit Mustern in Form von Punkten, Streifen oder Quadraten wird ein teilweiser Sonnen- beziehungsweise Blendschutz realisiert. Ebenso ist seit langem eine festigkeitsmindernde Wirkung einer solchen Bedruckung auf Glasbauteilen bekannt. Die Gründe dafür sind nicht geklärt, und es existieren mehrere Erklärungsversuche, die ihre Belastbarkeit aber noch nicht bewiesen haben. Ebenso beruhen die Normangaben zu bedruckten, vorgespannten Glasprodukten auf empirischen Untersuchungen ohne weitere wissenschaftliche Basis.

Daher wird in dieser Arbeit das Ziel verfolgt, eine in der Fachliteratur genannte mögliche Ursache der Festigkeitsminderung genauer zu untersuchen. Neben einer Bewertung der bereits vorhandenen, wenigen Erklärungsversuche wird die in der Literatur geäußerte und auch durch Versuche im Rahmen von Qualitätskontrollen der Glasveredler berechnete Annahme der Festigkeitsminderung auf Grund geänderter Temperaturverhältnisse während des Abkühlvorgangs durch die Emaillenschicht besonders untersucht. Dieser Annahme wird mit spannungsoptischen Messmethoden und in Bruchversuchen nachgegangen. Mit Streulichtmessungen werden mögliche Veränderungen im Eigenspannungsverlauf über die Glasdicke quantitativ ermittelt. Mit Bruchversuchen in einem modifizierten Doppelring-Biegeversuch können dann unter Ansatz der ermittelten Vorspannung im Glas Rückschlüsse auf mögliche strukturelle Veränderungen der Glasoberfläche beziehungsweise größere Defekte geschlossen werden.

Mittels numerischer Simulationen des Vorspannprozesses von bedruckten und unbedruckten Scheiben kann auch die Auswirkung verschiedener thermischer Ausdehnungskoeffizienten genauer bestimmt werden. In praktischen Versuchen kann eine solche mögliche Auswirkung nicht untersucht werden, da die Emaille als Überzugsmaterial als handelsübliches Produkt verwendet und nicht frei konfektioniert wird. Daher können nur die thermischen Ausdehnungskoeffizienten im Versuch berücksichtigt werden, die sich im handelsüblichen Produkt einstellen.

## Summary

Enamelled glass panes have been used for a long time as elements in standard and ventilated façade systems a long time. A partial sun protection or a glare shield is achieved by certain patterns either in points, stripes or squares.

The weakening effect of such printing upon structural glass has also been long known. The reasons for this effect, however, have not yet been comprehensively investigated. There are several theories and explanations which have not yet shown their reliability under specific testing. Moreover, the characteristic strength as given in the Norms for such printed, pre-stressed glass products based only on empirical research without further study of scientific causes.

Hence, the main focus of this work is to examine a possible reason for the strength degradation as mentioned in literature. In addition to the evaluation of already existing nevertheless limited explanation attempts, the theories mentioned in the literature concerning strength reduction due to changes in thermal conditions during the tempering process will be investigated in particular. This possible explanation is also supported through tests done within the scope of the glass manufacturer quality control.

This theory is pursued by means of stress optical measuring methods and breakage tests. Possible alterations in the residual stress distribution over the thickness will be quantitatively tested by means of scattered light measurements. Considering the measured distribution breaking tests done with a modified coaxial ring test allow for conclusions in terms of structural alterations within the surface or larger defects.

By means of numerical simulations of the tempering process of printed and non-printed specimens the effect of different thermal expansion coefficients is able to be determined more accurately. Such an effect cannot be investigated in practical tests due to the fact, that the enamel as coating is used as provided by the manufacturer and not specially mixed or composed. Therefore, only the thermal expansion coefficients as available in existing products will be investigated.