

Zum Potential unterschiedlicher Methoden beim Einlaminiereu struktureller Metallverbinder

Thiemo Fildhuth^{1,2}, Matthias Oppe¹

1 knippershelbig GmbH, Tübinger Str. 12–16, 70178 Stuttgart, Deutschland;
t.fildhuth@knippershelbig.com; m.oppe@knippershelbig.com

2 Hochschule Luzern, Technik & Architektur, Institut für Bauingenieurwesen, Technikumstrasse 21,
CH 6048 Horw, Schweiz; thiemo.fildhuth@hslu.ch

Abstract

In Verbundglas mittels Interlayer einlamierte, strukturelle Metallverbinder (Fittings) stellen aufgrund ihrer mechanischen und gestalterischen Eigenschaften eine geeignete Fügemethode für lastabtragende Glaskonstruktionen dar. Dabei sind die Vorteile des Klebens für den Lasteintrag in das Glas und die Duktilität des Fittings unter dem Aspekt der Sicherheit nutzbar. Die Fittings werden entweder in taschenartige Aussparungen im Glas oder in den dünnen Raum zwischen zwei Glasscheiben einlamiert. Anhand zweier ausgeführter Projekte, eines Flagshipstores und einer Glasschale, wird das Tragverhalten der unterschiedlichen Konstruktionsweisen beispielhaft anhand numerischer Analysen, Variantenstudien sowie mittels Bauteilversuchen untersucht.

On the potential of various methods of laminating structural glass fittings. Owing to their mechanical and design properties, metallic fittings bonded into laminated glass via the interlayer represent a suitable structural joining method for load bearing glass constructions. The advantages of adhesive bonding for a homogeneous load transfer to the glass and the ductility of the fittings can be exploited with respect to the safety concept. Fittings can either be laminated into pocket-like cutouts in the center glass layer or into the thin interstice between two glass panes. The examples of two completed projects, a flagship store and a modular glass shell, are presented to investigate the load bearing behavior of these different fitting methods by means of numerical analyses, variant studies and component tests.

Schlagwörter: einlamierte Fittings, tragendes Glas, Ionomer, strukturelles PVB, Glasschale

Keywords: laminated fittings, structural glass, ionomer interlayer, structural PVB, glass shell

1 Einleitung

1.1 Strukturelle Glasverbindungen mit laminierten metallischen Verbindern

Lastabtragende Verbindungen zwischen Glaselementen im strukturellen Glasbau stellen eine der prinzipiellen Herausforderungen bei der ästhetisch anspruchsvollen Umsetzung von Ganzglaskonstruktionen dar. Dies ist umso mehr der Fall, wenn neben Druckkräften

in der Ebene des Glases auch Zugkräfte und/oder Biegung aufzunehmen sind. Die Anordnung und Ausrichtung der Fügung ist für die dort auftretenden Beanspruchungen entscheidend [1, 2, 3]. In Schalen mit überwiegender Membranbeanspruchung wie auch in momentenbeanspruchten Glasstrukturen stellt die Fügung auch immer eine Diskontinuität/Störung der Durchgängigkeit der Glasfläche mit einem Steifigkeitssprung dar. Ferner müssen strukturelle Glasverbindungen den Sicherheitskonzepten der Glaskonstruktion genügen, zum Beispiel durch duktilen Verhalten.

Abgesehen von klassischen, hoch belastbaren Scher-Lochleibungsverbindungen mit Glasbohrungen und Bolzen [4], sind taschenartig in Glasaussparungen einlamierte Verbinder aus Titan oder Chrom-Nickel-Stahl eine mittlerweile vielfach verwendete Lösung (Bild 1a), wie zahlreiche Anwendungen für hochwertige Stores (Bild 1b) und andere Projekte zeigen, [5–10]. Für diese Art der strukturellen Fügung sind meist aber Verbundgläser mit mindestens drei, oft aber sogar vier bis fünf Schichten erforderlich, was oft auch der Verformungsbegrenzung bei Ganzglaskonstruktionen geschuldet sein kann. Delamination durch Zwang, sprödes Interlayerverhalten bei Kälte oder sonstige Umwelteinflüsse stellen ein Risiko für solche Verbindungen dar. Punktförmig auf die innere Glasoberfläche geklebte oder laminierte Punkthalter sind eine weitere mehrfach untersuchte, aber kaum realisierte Verbindungsform [11, 12]. Lineare Fügungen durch direkte Klebung der Kanten [13] oder durch Eckverklebung linearer Verbindungsprofile [14] stellen eine interessante Fügemöglichkeit für Schalen dar, die jedoch im ersten Fall nicht mehr zum Austausch von Gläsern lösbar sind. Lineare Kanten-Flächenverklebungen mit strukturellem Silikon finden sich in aktuellen Lösungen häufiger. Kantenverklebte lokale Verbindungen mit Metallbauteilen [15, 16] sind eine weitere Fügungslösung, sie können jedoch meist nur begrenzte Kräfte aufgrund der geringen Klebefläche aufnehmen. Spezielle geklebte Verbinder für Türen, Ecken und Glaselementverbindungen sind in [17] publiziert und wurden umgesetzt. Eine weitere Entwicklung für die Übertragung hoher Kräfte stellen komplexe, linear in mehrere Interlayerschichten von Multilayer-VSG einlamierte Metall-Kantenverbinder dar [18, 19]. Auch gefaltete, flächige/lineare Lochbleche, die in die Zwischenschicht von Verbundglas einlaminiert werden, wurden vielfach untersucht [20, 21, 22] und teilweise umgesetzt [23]. Weitere Fügemöglichkeiten sind mit Ionomer-Interlayer [24], Gießharz [25] oder strukturellem PVB [26, 27, 28] in die dünne Zwischenschicht laminierte Blechstreifen. Eine für eine modulare Schale realisierte Anwendung, die im Rahmen des vorliegenden Beitrags behandelt wird, wird in [29–33] behandelt.