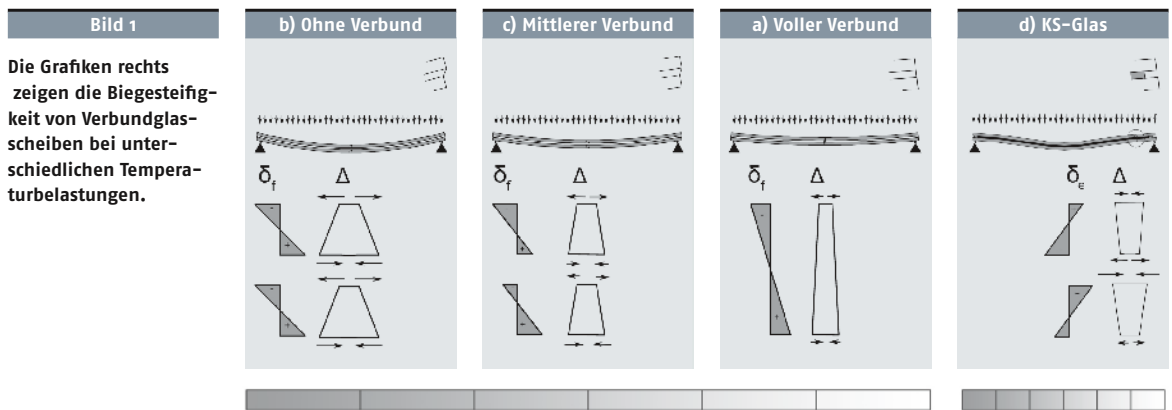


Mehr Kraft für VSG

SCHUBVERBUND IM RANDBEREICH VON GLASSCHEIBEN (TEIL 1). DIE VERBUNDTRAGWIRKUNG VON V(S)G VERSAGT BEI HÖHEREN TEMPERATUREN. AN DER BERGISCHEN UNIVERSITÄT WUPPERTAL WIRD AN DER ÜBERWINDUNG DIESER THERMOPLASTISCHEN ABHÄNGIGKEIT GEFORSCHT, UM NEUE, PRAXISTAUGLICHE GLASANWENDUNGEN ZU ENTWICKELN. JETZT LIEGEN DIE ERSTEN ERGEBNISSE VOR.



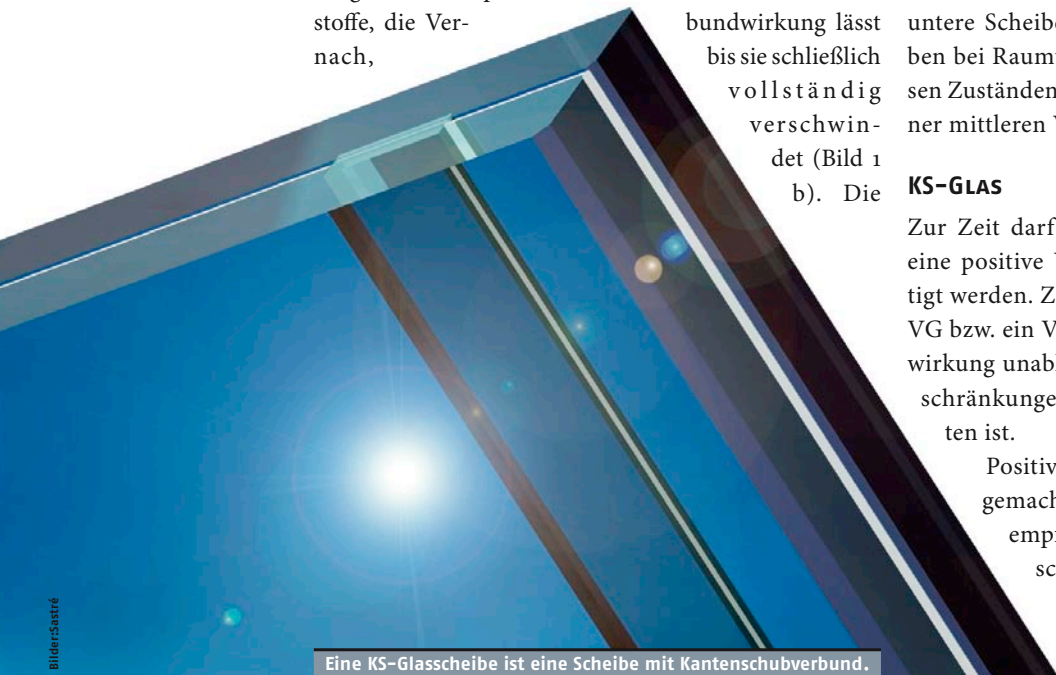
DAS TRAGVERHALTEN von Verbundglas-scheiben wird wesentlich durch die Schubfestigkeit der Zwischenschicht aus PVB-Folien oder Gießharzen bestimmt. Bei niedrigen Temperaturen, leisten diese verwendeten Kunststoffe einen großen Widerstand gegen ein Verschieben der Glas-scheibenflächen gegeneinander. Sie tragen somit im vollen Verbund und besitzen die Biegesteifigkeit einer monolithischen Scheibe gleicher Gesamtdicke (Bild 1 a). Mit steigender Temperatur erweichen die Kunststoffe, die Verbundwirkung lässt bis sie schließlich vollständig verschwindet (Bild 1 b). Die

Verbundglas-scheiben tragen die Lasten dann unab-hängig von einander, d.h. wie Einzelscheiben ab. Diese Einzelscheiben erfahren in Feldmitte jeweils auf ihrer Oberseite eine Druckdehnung und auf ihrer Unter-seite eine Zugdehnungen, Δ . Die daraus entstehenden Spannungen δ_f , lassen sich in Form von Spannungs-dia-grammen über den Scheibenquerschnitt aufzeich-nen. Tragen die Scheiben im vollen Verbund, erfährt nur die obere Scheibe eine Druckdehnung bzw. nur die untere Scheibe eine Zugdehnung. Verbundglas-scheiben bei Raumtemperatur befinden sich zwischen die-sen Zuständen und tragen ständige Belastungen mit einer mittleren Verbundtragwirkung ab (Bild 1 c).

KS-GLAS

Zur Zeit darf bei der Bemessung von Glasscheiben eine positive Verbundtragwirkung nicht berücksich-tigt werden. Ziel unserer Forschung ist es deshalb, ein VG bzw. ein VSG zu entwickeln, dessen Verbundtrag-wirkung unabhängig von den thermoplastischen Ein-schränkungen durch die Verbindungsmittelschich-ten ist.

Positive Erfahrungen konnten mit Versuchen gemacht werden, bei denen ein temperaturun-empfindliches Element am Rand der Glas-scheibe eingelegt wurde. Dieses Element hat die Aufgabe, die Schubverzerrung der einzelnen Scheiben gegenein-an-der zu vermindern. Im Vergleich zu



Eine KS-Glasscheibe ist eine Scheibe mit Kantenschubverbund.

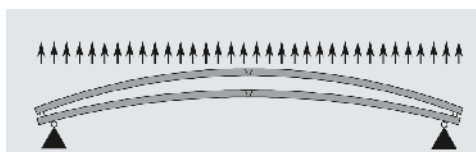


Bild 2: Die Biegelinien der Scheiben differieren, wenn die Scheiben in der Fläche „lose“ aufeinander gelegt und mit „Windsof“ belastet werden.

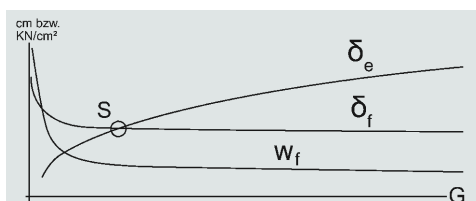


Bild 3: Versuche belegen, dass schon sehr geringe Schubfestigkeiten des eingelegten Elements, großen Einfluss auf die Verformungen und Spannungen haben. Bild 3 zeigt qualitative Ergebnisse.

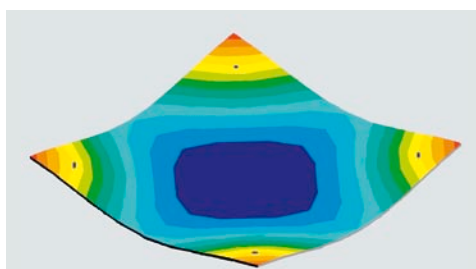


Bild 4: Hier ist das räumliche Verformungsverhalten einer auf vier Punkten gelagerte KS-Glasscheibe, also einer Scheibe mit Kantenschubverbund dargestellt.

DER AUTOR:



Dipl.-Ing. Hanno Sastré hat an der BU-Wuppertal Architektur studiert und war dort bis Ende 2005 am Lehrstuhl für Tragwerklehre mit Forschung und Lehre betraut. Z. Zt. ist er wiss. Assistent an der TU-Graz. Tel. +43/316/873-6713; E-mail: Sastré@KS-glas.de

einer herkömmlichen Verbundscheibe weisen diese Scheiben, wie exemplarisch in Bild 1 d dargestellt, eine flügelartige Biegelinie auf. Daraus ergibt sich im Bereich des Elementes bzw. zum Rand hin, eine Zugspannung δ_e an der Oberseite der Scheiben, welche zum Feld hin in eine Druckspannung übergeht. Der Spannungsquerschnitt im Feld gleicht dem einer Scheibe mit mittlerer Verbundtragwirkung, er dreht sich jedoch wie Bild 1 d unten zeigt, in Elementnähe um. Werden diese Scheiben in der Fläche „lose“ aufeinander gelegt und mit „Windsof“ belastet, differieren die Biegelinien der Scheiben (Bild 2). Um das zu verhindern, reicht die Adhäsionskraft eines flüssigen Mediums zwischen den Scheiben aus. Auf diese Weise, lässt sich bei Experimenten sicher stellen, dass die Scheiben die gleiche Biegelinie beschreiben und ausschließlich über das Randelement Schub übertragen.

SCHUBFESTIGKEIT

Unsere Studien zeigen, dass schon sehr geringe Schubfestigkeiten des eingelegten Elementes großen Einfluss auf die Verformungen und Spannungen haben. Bild 3 stellt unsere Ergebnisse qualitativ dar. Während die Durchbiegung W und Zugspannung δ_f in Feldmitte bei steigender Schubfestigkeit G gegen einen minimalen Wert strebt, bewegt sich die Zugspannung δ_e in Elementnähe gegen einen maximalen Wert. Schon bei einer sehr geringen Schubfestigkeit, z.B. 20 MPa, wird die Spannung und Durchbiegung deutlich reduziert. Glas hat zum Vergleich ein Schubmodul von 28Gpa. Bei einer derart hohen Elementfestigkeit wird die Durchbiegung nur noch unwesentlich verbessert. Die Spannungen in Elementnähe hingegen steigen deutlich an. Die dem Schnittpunkt der beiden Kurven entsprechende Schubfestigkeit, stellt somit ein Optimum für das Element dar.

In Bild 4 stellt das räumliche Verformungsverhalten einer auf vier Punkten gelagerte KS-Glasscheibe, also einer Scheibe mit Kantenschubverbund dar. Die Verformungen gleichen im Wesentlichen denen einer monolithischen Scheibe, die erhöhte Steifigkeit führt zu einer starken Beanspruchung der Ecken und Ränder.

In der nächsten Ausgabe von Glas+Rahmen werden im zweiten Teil des Artikels Studien zum kalten Krümmen von KS-Glas vorgestellt. Forschungen zur technischen Umsetzung und zur Produktentwicklung sind an der BU-Wuppertal und der TU-Graz beabsichtigt. Interessierte Unternehmen wenden sich bitte an den Verfasser.